

Curso de Formação

Manual I

Monitorização do Meio Marinho por Satélite

21 a 25 de setembro de 2015

Ana Bio & Isabel Iglesias

Índice

Objetivos de aprendizagem & Conteúdos programáticos.....	1
1. Parte teórica	
1.1 Introdução	2
1.2 Observação do meio marinho: Complementaridade & sinergias ..	23
1.3 Órbitas, percursos & resoluções	34
1.4 Sensores & produtos	50
1.5 Programa <i>Copernicus</i>	87
2. Parte prática	
2.1 Exemplos.....	95
2.2 Exercício <i>Landsat</i>	107
2.3 Exercício <i>Giovanni</i>	114
2.4 Exercício <i>ESRL/PSD</i>	126
2.5 Exercício <i>SeaDAS</i>	133
2.6 Exercício <i>IDV</i>	146
2.7 Sistemas de Informação Geográfica – <i>QGIS</i>	162
Software.....	181
Bibliografia.....	182

Objetivos de aprendizagem

- Adquirir conhecimentos básicos sobre detecção remota em geral e observações por satélite em particular. Perceber como satélites e os seus sensores funcionam, que dados captam, sua aplicação e suas limitações.
- Compreender como as imagens de satélite são processadas de modo a se obterem produtos úteis para a oceanografia, biologia marinha, gestão de recursos e gestão costeira.
- Pesquisar dados, imagens e produtos disponíveis para utilizadores; conhecer algumas ferramentas para pesquisa e extração de informação.
- Conseguir importar e fazer alguns trabalhos com imagens e dados de satélite em ambiente SIG

Conteúdos programáticos

Conteúdos teóricos

- Introdução à detecção remota por satélite.
- Satélites e sensores, seus tipos e suas características.
- O pré-processamento de observações por satélite; níveis de processamento.
- Tipos de imagens de satélite e produtos derivados.
- Busca, pesquisa e obtenção de imagens de satélite e de produtos derivados.
- A sinergia entre dados de detecção remota e dados de campo.
- Aplicações de dados de satélite no estudo dos oceanos e costas, e sua relevância no âmbito da DQEM
- Introdução a ferramentas para a extração de informação de satélite; e.g. a ferramenta 'Integrated Data Viewer' e a ferramenta "SeaDas" para a representação e análise de imagens de satélite.
- Introdução ao processamento de imagens e dados de satélite em ambiente SIG (Quantum GIS).

Conteúdos práticos

- Representação e análise de imagens de satélite com a ferramenta 'Integrated Data Viewer (IDV)'.
- Processamento de imagens de satélite com o software SeaDas. Análise de imagens de satélite com o software SeaDas; detecção de plumas de rios com base em concentrações de clorofila, partículas em suspensão e temperatura.
- Processamento de imagens e de dados de satélite em ambiente SIG

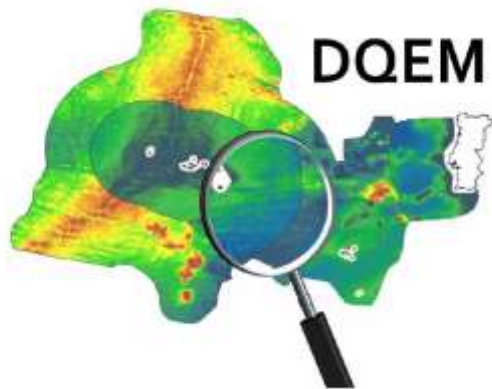
1 PARTE TEÓRICA

1.1 Introdução

- Diretiva-Quadro Estratégia Marinha (DQEM) & deteção remota
- Satélites: Introdução
- Satélites: Observação da Terra (EO)

DQEM

O meio ambiente é um componente-chave da Política Marítima Integrada (PMI) e a Diretiva Quadro da DQEM (2008/56/CE) é o braço ambiental desta política.



Objetivos

- **Proteção, preservação e valorização do ambiente marinho**, impedindo a sua deterioração e garantindo, sempre que possível, a sua restauração.
- **Prevenção e progressiva redução da poluição marinha**, de modo a assegurar que não existam riscos significativos para a biodiversidade marinha, para os ecossistemas marinhos, para a saúde humana e para as utilizações legítimas do mar.

Estes objetivos devem ser alcançados através da aplicação de **estratégias marinhas** fundamentadas numa **abordagem ecossistémica**, visando alcançar um equilíbrio sustentável entre a pressão exercida pelas atividades humanas e a conservação dos ecossistemas marinhos.

O principal objetivo da Diretiva é atingir o "**Bom Estado Ambiental**" (BEA) de todas as águas marinhas da União Europeia até 2020.

A DQEM requer que os Estados-Membros Europeus desenvolvam **estratégias** que possam levar a **programas de medidas e de monitorização** para alcançar ou manter um bom estado ambiental (BEA) nos mares europeus.

DQEM

Monitorização

Descritor 1 – Biodiversidade

Descritor 2 – Espécies não indígenas

Descritor 3 – Populações de peixes e moluscos explorados comercialmente

Descritor 4 - Cadeia Alimentar Marinha

Descritor 5 – Eutrofização Antropogénica

Descritor 6 – Integridade dos Fundos Marinhos

Descritor 7 – Condições Hidrográficas

Descritor 8 - Contaminantes no meio marinho

Descritor 9 – Contaminantes nos peixes e mariscos para consumo humano

Descritor 10 – Lixo marinho

Descritor 11 – Energia e ruído submarinho

DQEM – imagens de satélite

Descritor 5 – Eutrofização Antropogénica

“Salientam-se, no entanto, os dados obtidos através de **imagens de satélite** no que diz respeito às **concentrações de clorofila**. Este tipo de informação existe para a zona costeira portuguesa, numa base mais regular, embora necessite de validação por dados amostrados no terreno que, como referido, não têm sido recolhidos numa base regular.”

Projeto DQEMsat – Implementar a utilização de imagens de satélite para aquisição de conhecimento sobre o meio marinho

“Baseado nas oportunidades criadas pela **DQEM** conjugadas com os objetivos do **Programa Copernicus**, visa utilizar imagens de satélite para a aquisição de conhecimento, em particular nas AMP com o objetivo, entre outros, de produzir cartografia de *habitat* marinhos e avaliar as pressões exercidas no meio marinho decorrentes das atividades antropogénicas.”

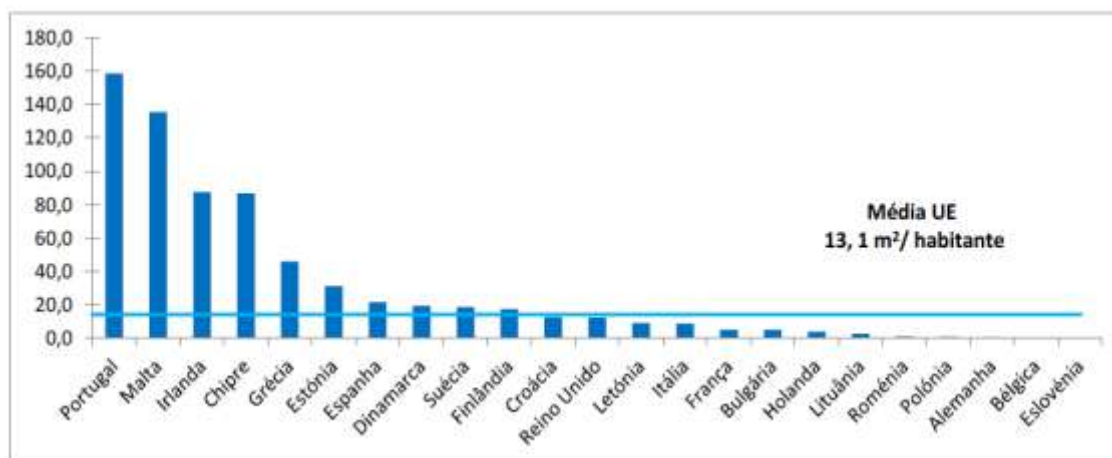
DQEM



Regiões e sub-regiões marinhas contempladas pela DQEM.

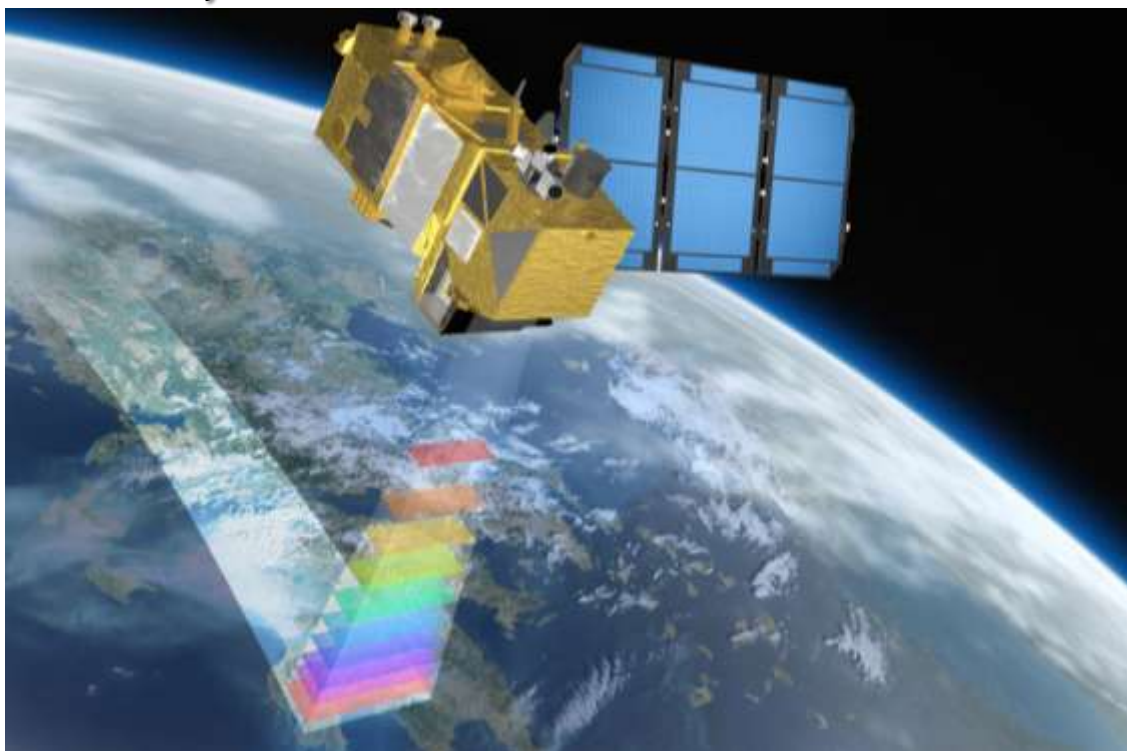
Fonte: adaptado de EEA (2012).

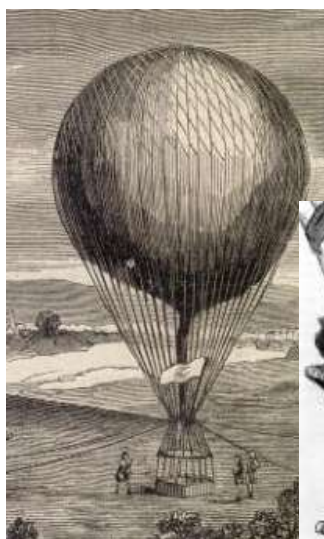
Na sub-região da **Macaronésia**, Portugal exerce soberania sobre cerca de **77%** das águas, enquanto na sub-região do **Golfo da Biscaia e Costa Ibérica**, Portugal exerce soberania sobre **37%**
 ⇒ a estratégia desenvolvida por Portugal para a implementação da DQEM é determinante, sobretudo nessas sub-regiões



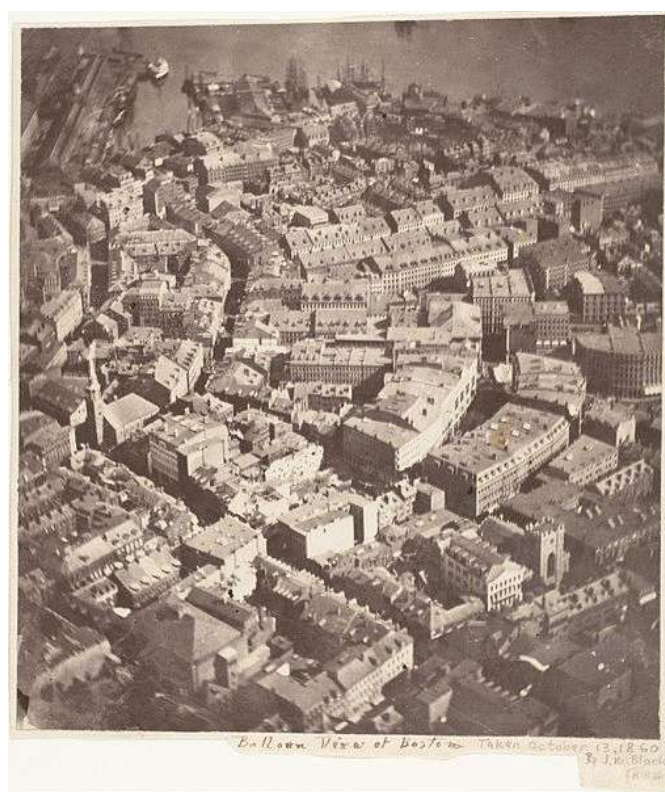
Área de mar da ZEE (m²) por habitante dos países da União Europeia (Fonte: Dados obtidos em www.seaaroundus.org)

Detecção remota





1862



1862



1909



1909



~1916



1983

Fotografia digital
Instrumentos hiperspectrais
(radar)
Altímetros ...

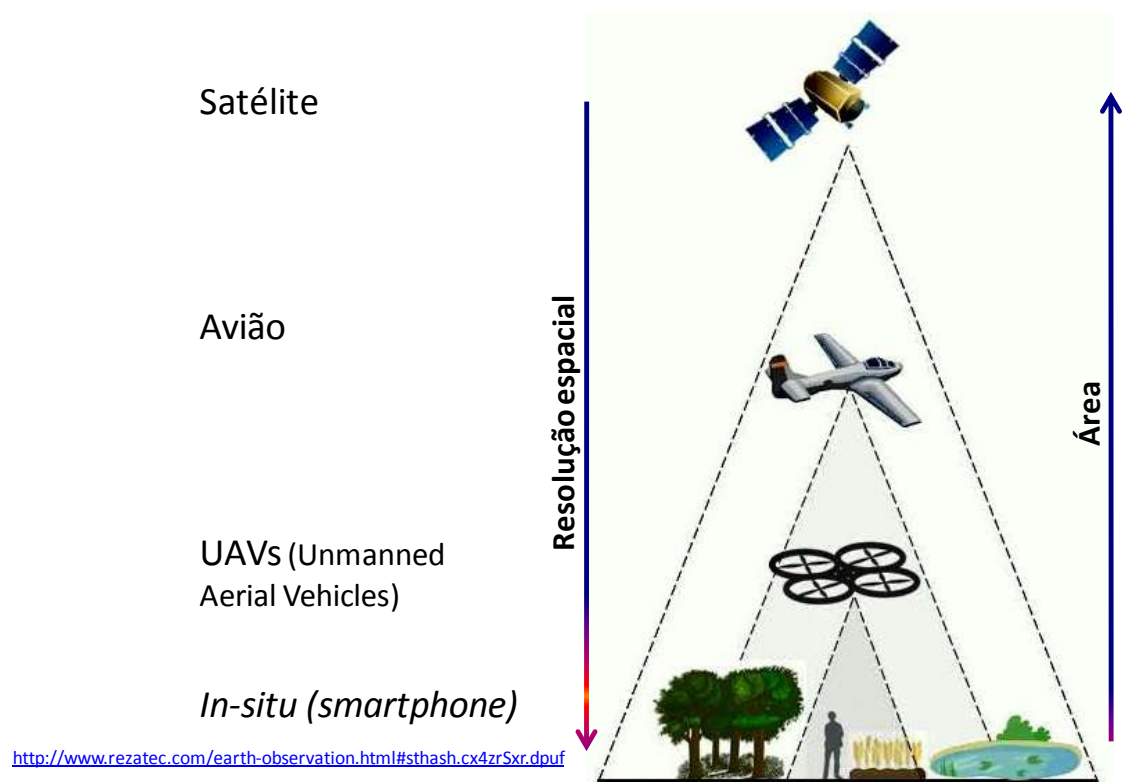


NERC Facility for Airborne Atmospheric Measurements (arsf.nerc.ac.uk)

2006



MetOp-A spacecraft in orbit (ESA, EUMETSAT)



DR por Satélites

Imagens de detecção remota por satélites são cada vez mais comuns



Vantagens

- Satélites conseguem observar vastas áreas num curto espaço de tempo → boa cobertura espacial, eficiência
 - Observam áreas pouco ou inacessíveis
 - Fazem uma amostragem regular, uniforme, diária a mensal → boa cobertura temporal
- ⇒ Isso é especialmente importante para observação dos **oceanos** que são muito **vastos, difíceis e dispendiosos de observar**

Satélites



Satélites dotados de diversos sensores são lançados para o espaço, por entidades públicas, público-privadas e privadas

⇒ investimento público de ~10.000 milhões/ano, além de investimentos privados e em satélites comerciais

+ de 40 países investem em satélites

2008:	União Soviética/Rússia	~1300
	EUA	~1000
	Japão	> 100
	França	> 40
	Índia	> 30
	Alemanha	~ 30
	Reino Unido, Canadá	25
	Itália, Austrália, Indonésia, Brasil, Suécia, Luxemburgo, Argentina, Arábia Saudita, Coreia do Sul	≥ 10



4 Outubro 1957



Sputnik-1, o primeiro satélite artificial



Sentinel-2^a, ESA/Copernicus

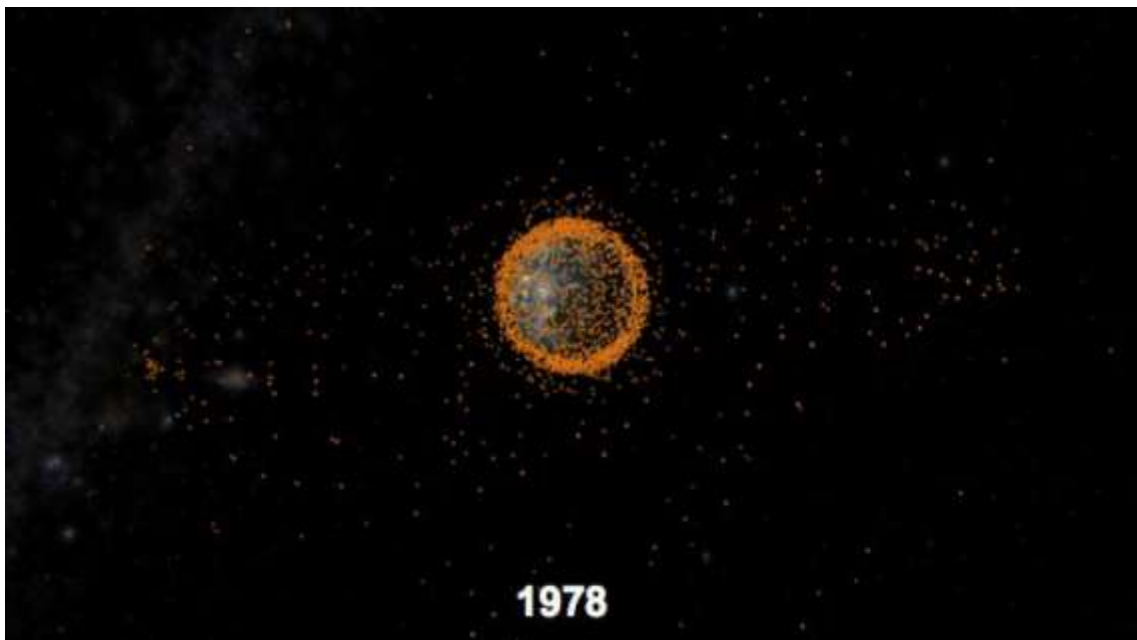
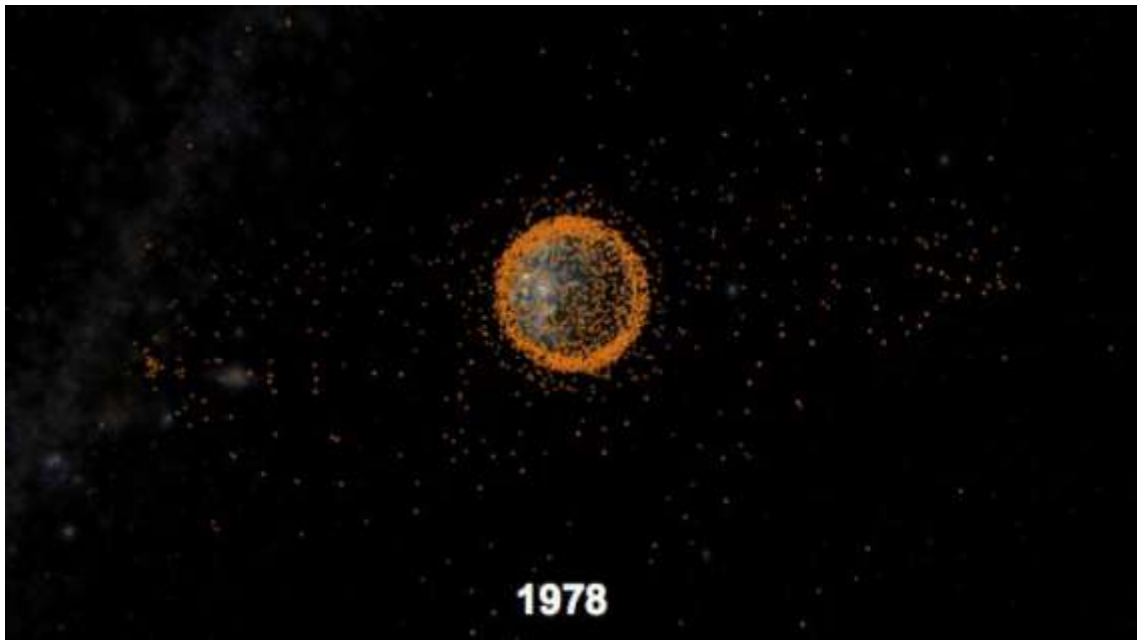
23 Junho 2015

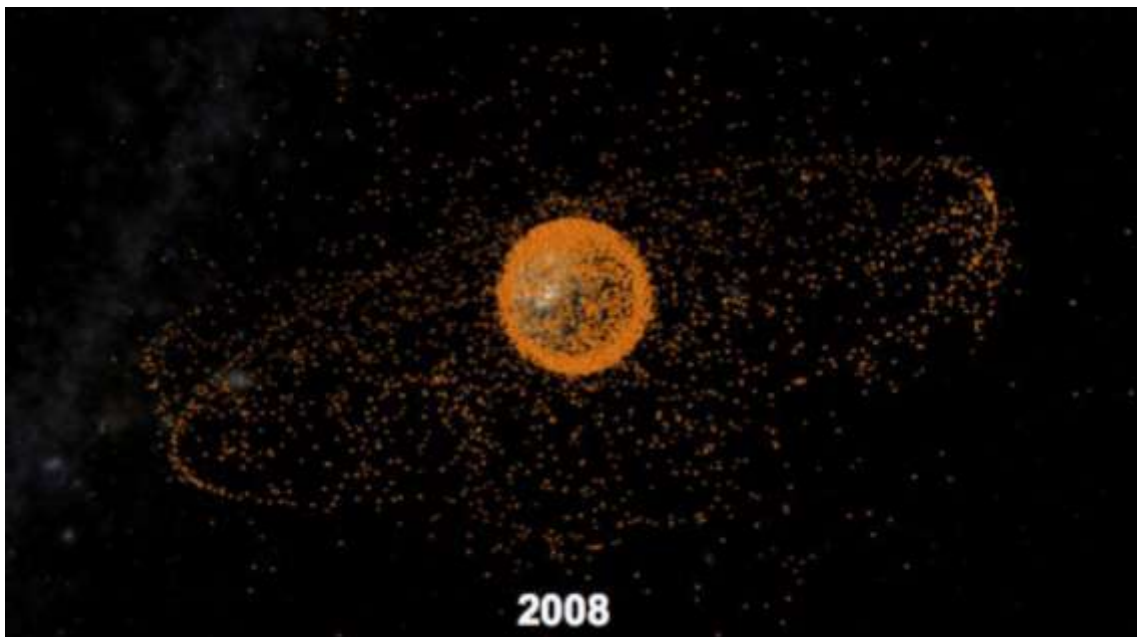
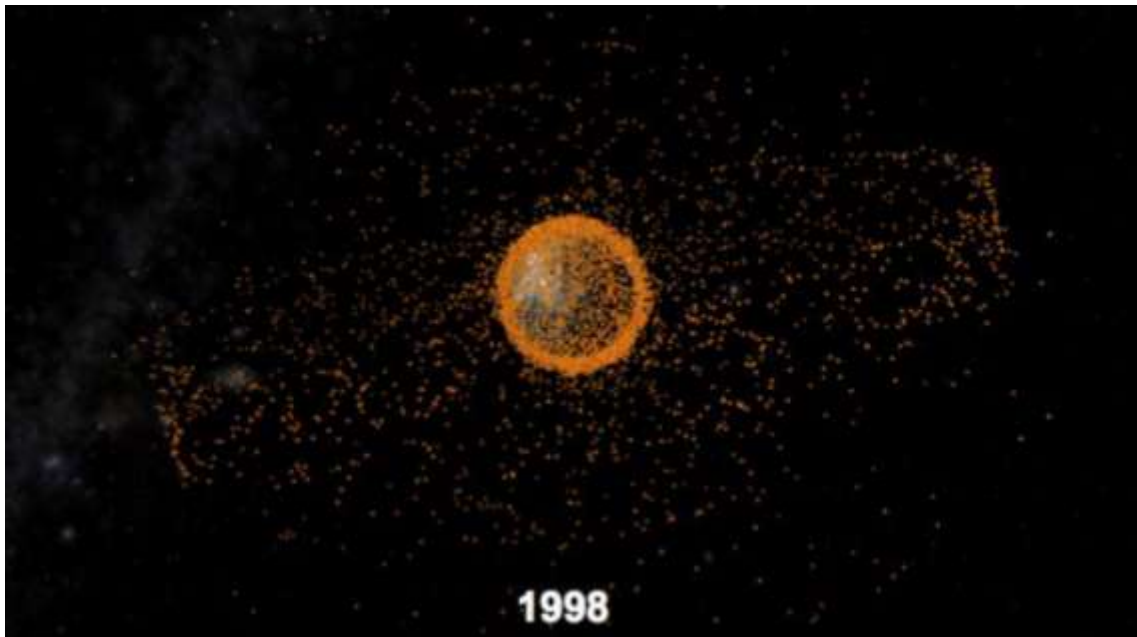


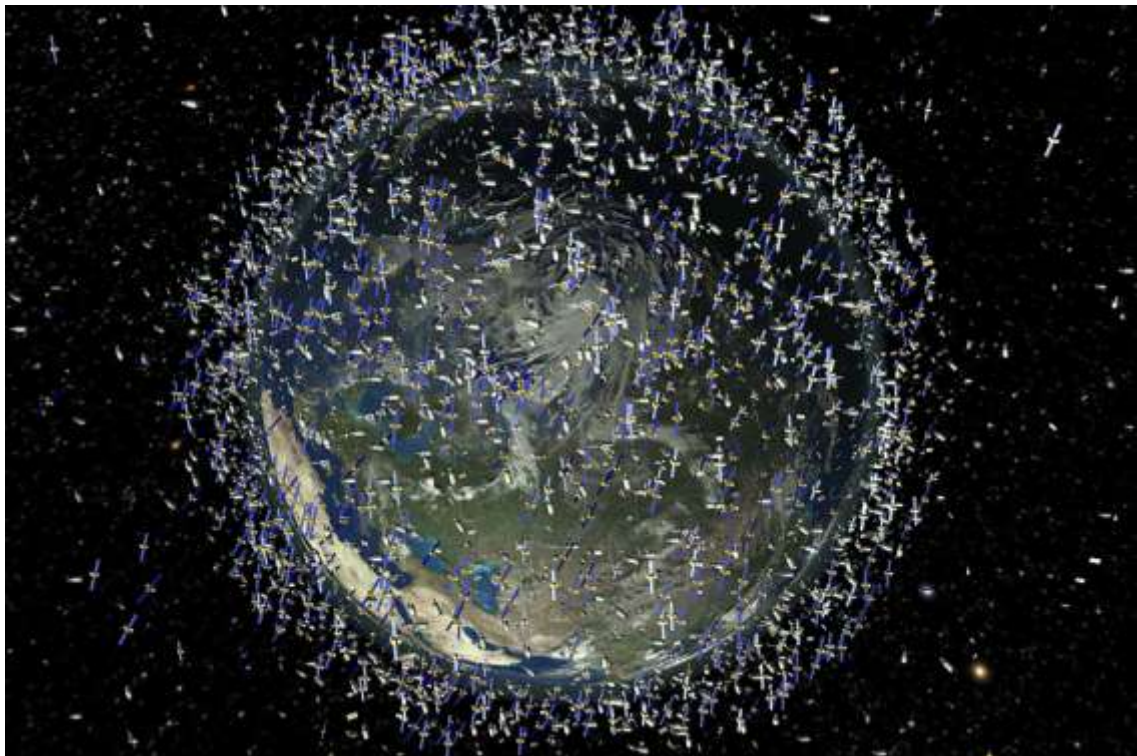
Tempo de vida 5 a 20 anos

⇒ dos ~ 3000 satélites lançados encontram-se
1266 ativos
(UCS Satellite Database, 30 Jan. 2015)









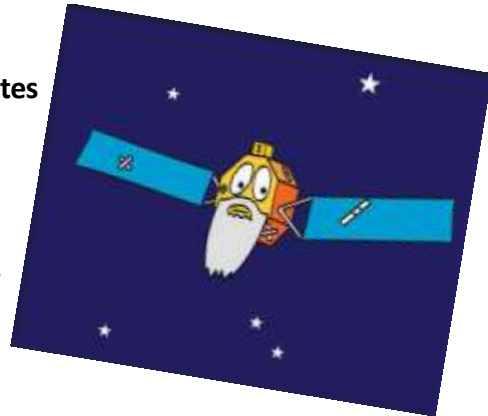
Lixo espacial

Existem neste momento ~22 000 objectos a orbitar a terra, suficientemente grandes para serem seguidos (muitos deles são foguetes velhos e satélites abandonados)

Estima-se que há ~370 000 objectos orbitantes que viajam a velocidades até 35 400 km/h

Estes são um problema real para

- o lançamento de naves espaciais/satélites
- a sua segurança no espaço



<http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2523271/Image-reveals-disused-rockets-abandoned-satellites-orbit-Earth.html>

Satélites

Funções:

- militares: observação/defesa/espionagem
- civis: observação da terra/clima/indústria
- navegação (GPS)
- comunicação (telefone, TV)



Satélites – EO

6 de Julho 2015 - NASA

Terra vista à distância de 1,6 milhões km do solo terrestre

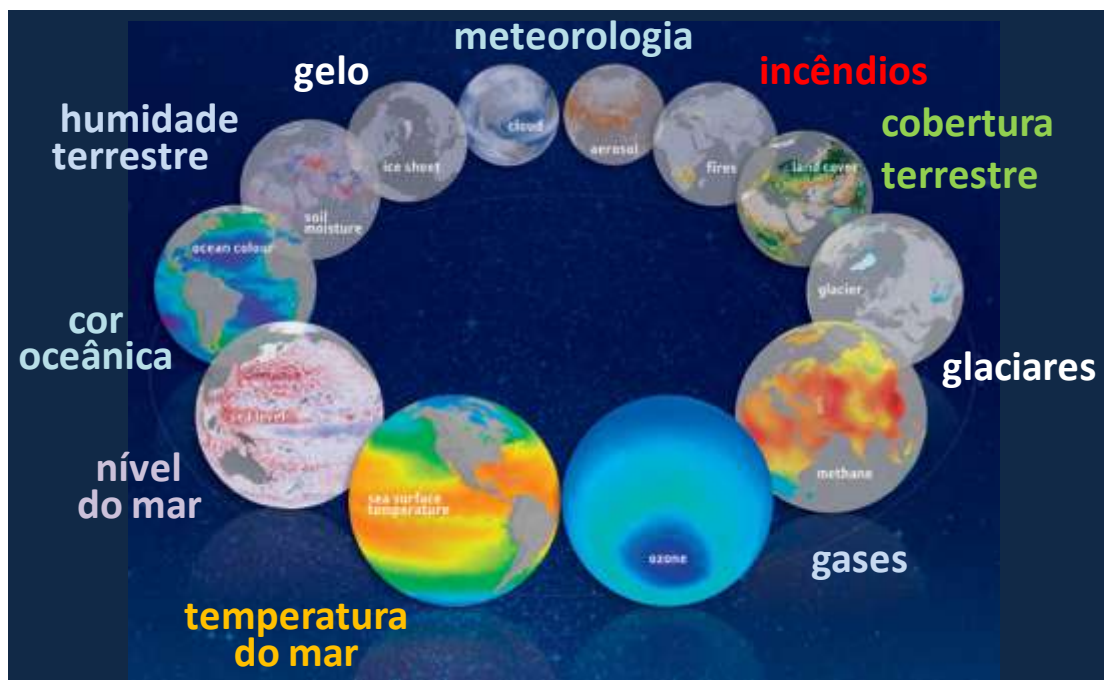
Captada numa só imagem por Earth Polychromatic Imaging Camera (EPIC), 4 Mpixéis

Satélite: Deep Space Climate Observatory (DSCOVR)

Combinação de 3 imagens para criar imagem de qualidade fotográfica

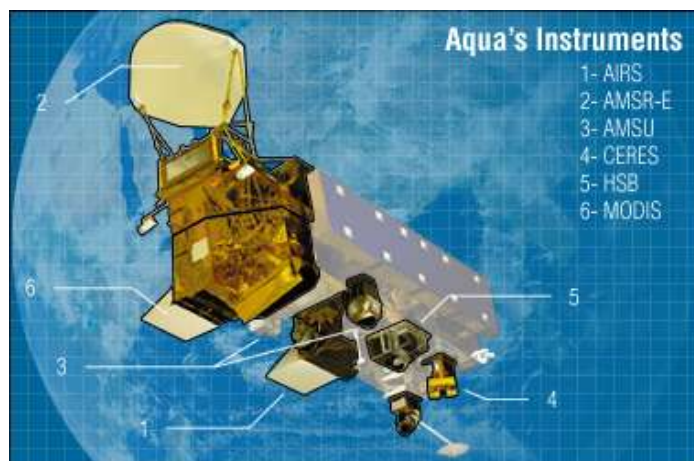
A câmara tira uma série de dez imagens utilizando diferentes filtros para produzir vários produtos finais





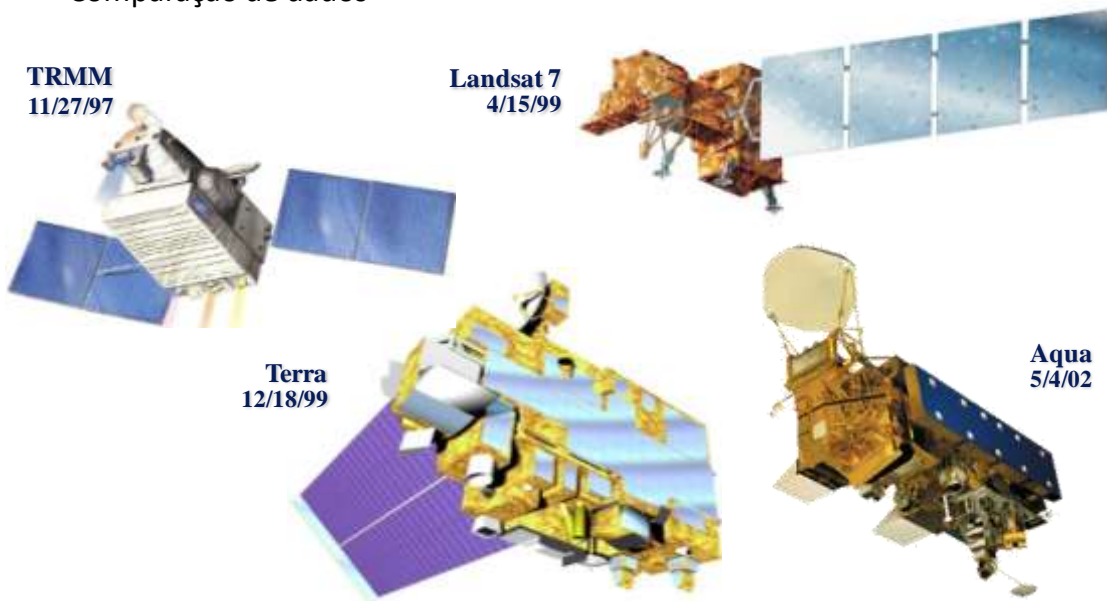
A maior parte dos satélites tem múltiplos sensores

- Poupa dinheiro
 - Construção de instrumentos
 - Lançamento dos instrumentos
 - Vários proprietários/utilizadores
- Permitem observação de vários parâmetros terra/atmosfera ao mesmo tempo



Vários satélites observam os mesmos parâmetros

- Melhor cobertura espacial/temporal
- Comparação de dados



Aplicações

Biologia marinha e processos do oceano pouco profundo

- efeitos do clima e de outros fenômenos de larga escala
- aporte antropogénico de azoto a partir da terra por rios e atmosfera
- efeitos do fluxo de azoto na produtividade e biomassa de fitoplankton
- blooms de algas nocivas

Zona costeira

- impactos de actividades antropogénicas, urbanização, industrialização, turismo, pesca, aquacultura, agricultura, poluição, eventos naturais, eutrofização
- erosão e transporte de sedimentos
- monitorização de recursos costeiros
- monitorização da qualidade da água
- informação sobre recursos naturais (pesca), batimetria, reflectância benthica, habitats
- produção primária na coluna de água

Oceanografia física

- nível do mar, conteúdo de calor, correntes superficiais, ondas

Estudos do fluxo de carbono

- alterações globais, ciclo do carbono global
- efeitos de fenómenos climatológicos periódicos (e.g. El Niño) & alterações antropogénicas
- importância de processos biológicos e físicos na captação de CO₂ pelos oceanos (aquecimento global)



Committee on Earth Observation Satellites

O “Committee on Earth Observation Satellites” foi criado em 1984 para:

- Coordenar a observação da terra por satélite de forma a melhorar o conhecimento sobre o sistema terra para além do que seria alcançável por uma agência ou nação individualmente
- As agências do CEOS operam ou planeiam 261 missões individuais de observação da terra (EO) por satélite entre 2010 e 2025
- E operam ou planeiam 775 instrumentos (416 distintos, os restantes repetidos) nessas missões
- Só a ESA obtém e gere milhares de imagens por dia, ~1250 DVDs de informação/dia
- Grande parte dos dados EO gratuitamente disponíveis

Fundado em 2005, GEO é uma parceria voluntária de governos e organizações que visam um futuro com decisões e ações para o benefício da humanidade, feitas de forma informada por observações da terra e abrangentes e continuadas



- Membros: governos de 96 nações, Comissão Europeia
- Participantes: 87; CEOS, ESA, GOOS, UNESCO ...

Estão a desenvolver o **Global Earth Observation System of Systems (GEOSS)** que pretende **reunir e disponibilizar recursos EO** mundiais relevantes para desafios sociais:

- agricultura
- biodiversidade
- clima
- desastres
- ecossistemas
- energia
- saúde
- água
- meteorologia



1.2 Observação do meio marinho: Complementaridade & sinergias

OE por satélite

Vantagens

- Satélites conseguem observar vastas áreas num curto espaço de tempo → boa cobertura espacial, eficiência
- Observam áreas pouco ou inacessíveis (remotas, perigosas)
- Fazem uma amostragem regular, uniforme, diária a mensal → boa cobertura temporal

Desvantagens

- Estão distantes
- Risco de danos no espaço
- A falha/avaria de um satélite/sensor é difícil e cara de compensar
- Medições têm que ser feitas através da atmosfera
- Só medem poucas variáveis
- Só observam “a superfície”

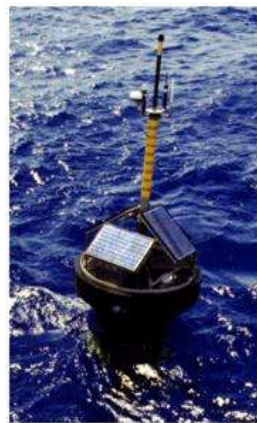
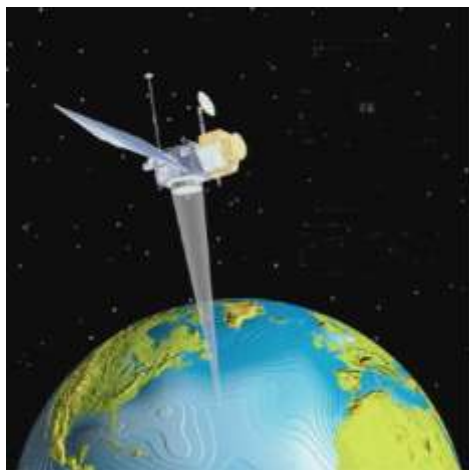
Observação oceânica e costeira

EO por satélite é essencial:

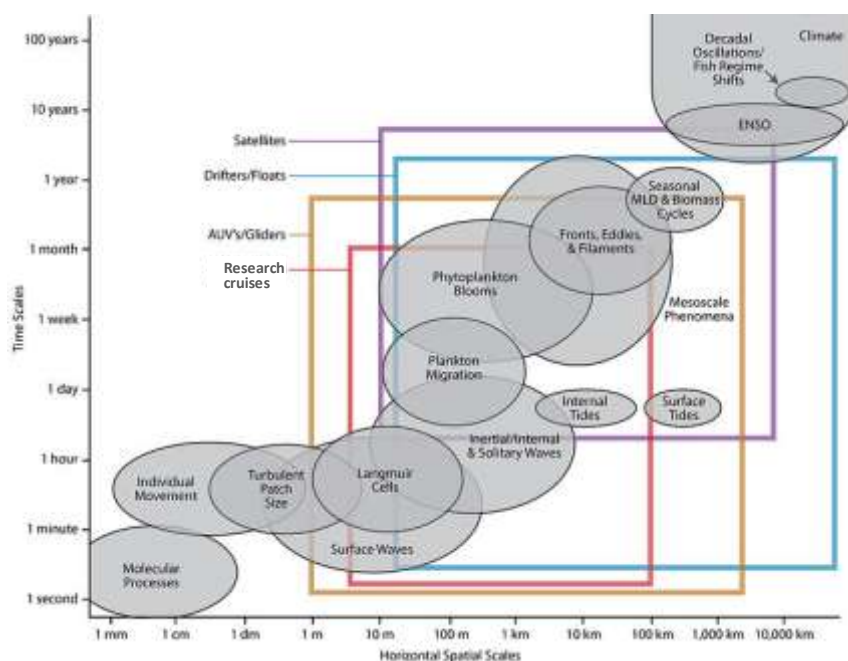
- para fenómenos de larga escala espacial e temporal
 - mapear e prever alterações regionais e globais é difícil com dados *in situ* apenas
 - dados *in situ* são dispendiosos e por isso escassos no espaço e no tempo
- em regiões onde dados *in situ* são escassos, difíceis ou impossíveis de obter
- para amostragens sistemáticas, com uma determinada escala
- para obter séries contínuas de dados que poderão vir a ser relevantes

MAS, dados obtidos por satélite não tem a exatidão, precisão e riqueza temática dos dados menos remotos

⇒ necessidade de dados *in situ* para **investigação & calibração**



A questão da escala



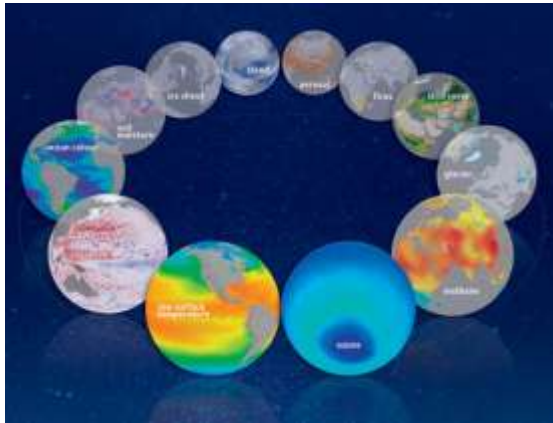
Escalas temporais e espaciais na investigação marinha (Wilson et al., 2013, Journal of Marine Education)

Plataformas



Para além dos satélites cujos sensores medem uma série de condições marinhas
temperatura da superfície
cor
altitude ...

Vários equipamentos e tecnologias são utilizados para monitorização *in situ*



Estação meteorológica

Mede condições atmosféricas

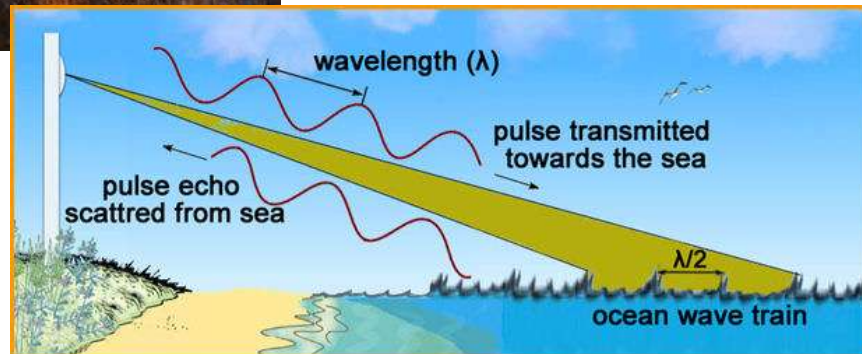
- temperatura do ar
- velocidade e direção do vento
- pressão
- humidade
- precipitação



Radar

Colocadas junto à costa, usam radar de alta frequência para determinar a

- velocidade e direção do movimento superficial da água do mar (= correntes superficiais)



Sensores

Presos a molhes, quebramares, etc.

Medem

- parâmetros FQ da água
- nível da água
- correntes
- ondas

Marégrafo, New Hampshire



Bóias, RAIA

Bóias

Ancoradas no fundo do mar são providas de sensores que medem condições da atmosfera

- pressão barométrica
- direção e velocidade do vento
- temperatura do ar



e da água (ao longo da coluna de água)

- altura, período e direção das ondas
- velocidade e direção de correntes
- temperatura da água
- salinidade
- turbidez
- clorofila
- nutrientes
- oxigênio dissolvido
- pH

Geralmente obtêm energia por painéis solares, comunicam dados por satélite

Bóia Wavy

Mede batimetria e correntes junto à costa, incluindo a zona onde quebram as ondas



Veículos autónomos de superfície

Móveis, em modo autónomo ou dirigível permitem amostragem a partir da superfície

- batimetria
- condições físico-químicas (e.g. CTD: condutividade, temperatura, profundidade; clorofila)
- fundo (com sonar acoplado)



ROAZ, Autonomous Surface Vehicle – ASV

Veículos autónomos submarinhos

Móveis, em modo autónomo ou dirigível permitem amostragem em toda a coluna de água

- Medições de condições físico-químicas (e.g. CTD: condutividade, temperatura, profundidade; clorofila)
- Contagem/identificação de partículas (plankton, sedimentos)
- Colheita de amostras



Autonomous Underwater Vehicle – AUV, com Multi-beam Imagenex DeltaT, sistemas de navegação avançado (DVL, IMU, GPS dupla frequência)

Biologging

Emissores/sensores presos a animais (tubarões, baleias, focas, tartarugas) permitem estudar o movimento/comportamento do animal e algumas condições físico-químicas do seu ambiente

– Medições de profundidade, salinidade, temperatura, clorofila, luminosidade ...

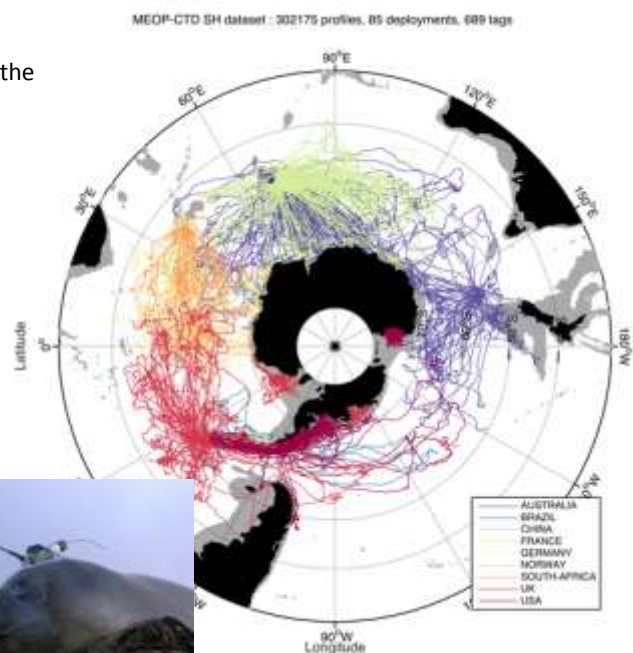


Biologging

Projeto MEOP – Marine Mammals Exploring the Oceans Pole to Pole

Sensores presos a elefantes marinhos

⇒ Base de dados de CTD
para locais de difícil acesso



<http://www.meop.net/>

Embarcações

Permitem

- recolha de amostras de água e de organismos
- medições contínuas e pontuais de todo o tipo de parâmetros
- transporte e colocação de sensores, AUVs, etc.



Acoustic Doppler Velocimeter – ADV
para observação da corrente de deriva
litoral



Navio oceanográfico - NRP Almirante Gago Coutinho

Embarcações



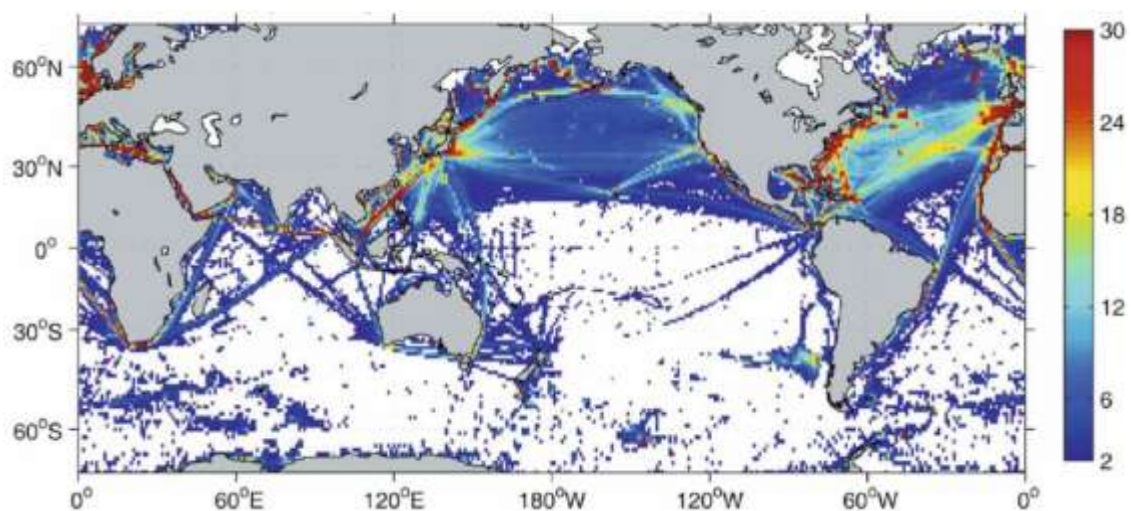
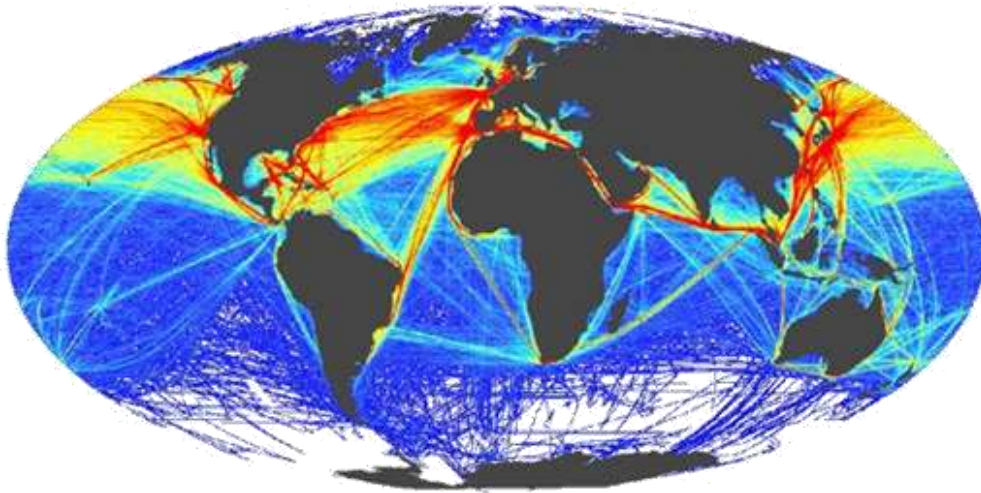
FLIP – Floating Instrument Platform (108 m)

Vessels of opportunity

Navegação é mais intensa nas zonas que requerem mais gestão e planeamento

⇒ medições oportunistas a bordo de navios não científicos podem fornecer dados valiosos

- medições de todo parâmetros geralmente FQ e meteorológicos
- transporte e colocação de sensores



Número de observações feitas a partir de embarcações por mês, durante o inverno no hemisfério N.

- Vastas áreas não são amostradas
- As áreas mais visitadas são amostradas ~1× por dia

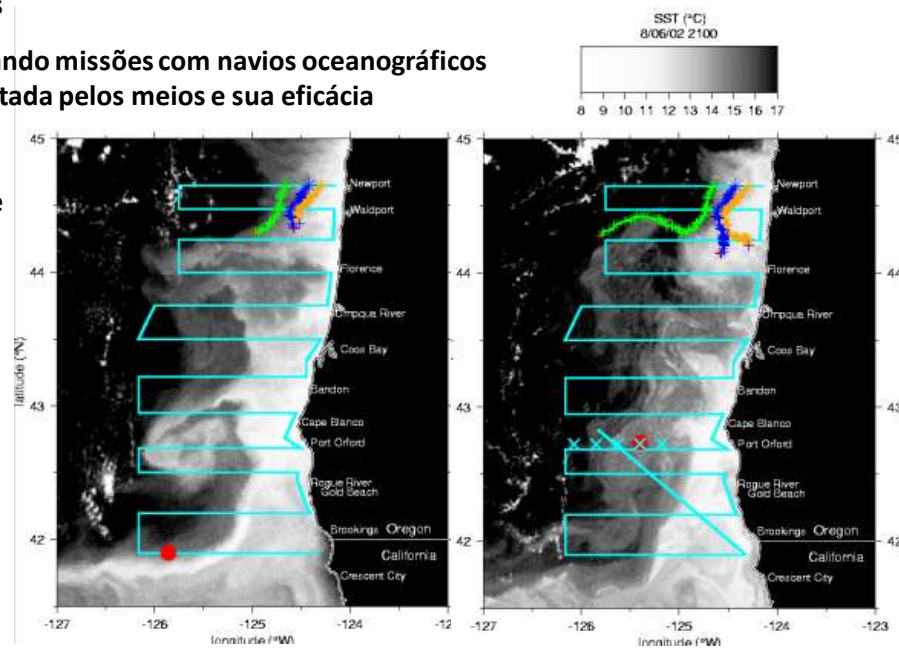
<http://cioss.coas.oregonstate.edu/CIOSS>

Observações *in-situ* são frequentemente 'pontuais' (no espaço e no tempo) ou ao longo de trajectos

Mesmo considerando missões com navios oceanográficos a resolução é limitada pelos meios e sua eficácia

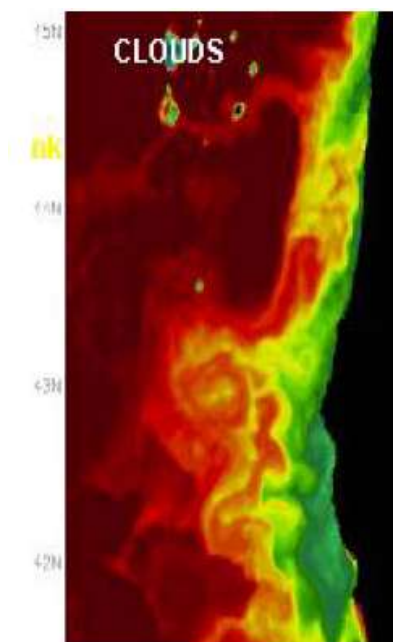
Percurso (azul) de 1-2 semanas

Padrões de temperatura mudam entre imagens, i.e. em 4 dias

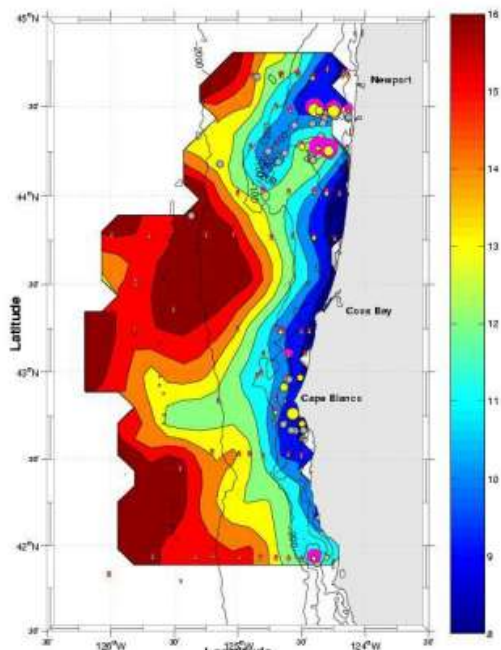


<http://cioss.coas.oregonstate.edu/CIOSS>

SST por satélite



navio



<http://cioss.coas.oregonstate.edu/CIOSS>

Observação oceânica e costeira

Além da informação mais precisa, completa, complementar obtida *in situ*, o conhecimento contextualizado obtido *in situ* é essencial para:

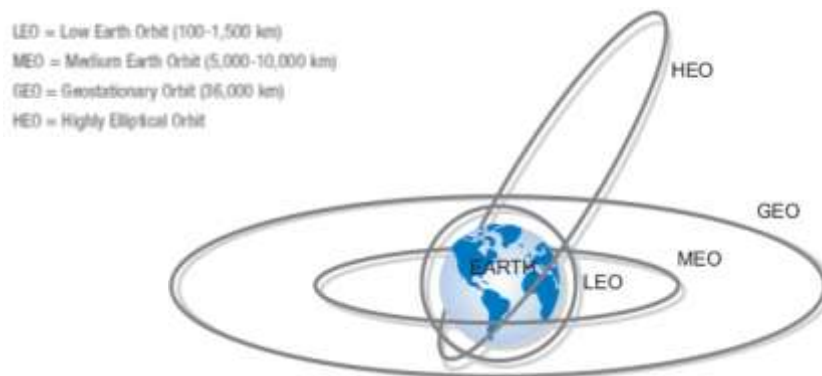
- a interpretação correcta de dados de satélite
- melhorar a precisão da informação e de produtos (classificação, calibração de algoritmos)
- Desenvolver novos e úteis sensores e produtos

⇒ É essencial manter programas de longa duração de EO por satélite e de monitorização *in situ*

Calibração/Groundtruth



‘Outback Rover’ – protótipo de veículo autónomo para missões remotas de calibração de satélites (CSIRO – Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation)



Órbita baixa (Low Earth Orbit - **LEO**): órbita geocêntrica, altitudes 160 km a 2000 km **(46%)**

Órbita média (Medium Earth Orbit - **MEO**): órbita geocêntrica, altitudes 2000 km a 35786 km **(6%)**

Órbita geossíncrona (Geosynchronous Orbit – **GSO/GEO**): órbita geocêntrica circular, altitude 35786 km (1 órbita = 1 dia sideral = 23h 56' 4'')

Órbita geoestacionária (**GEO**) = Órbita geossíncrona por cima do equador **(43%)**

Órbita elíptica (High Earth Orbit - **HEO**): órbita geocêntrica elíptica com altitude >35786 km na parte mais afastada e <2000km quando está mais próxima

Satélites MEO, HEO

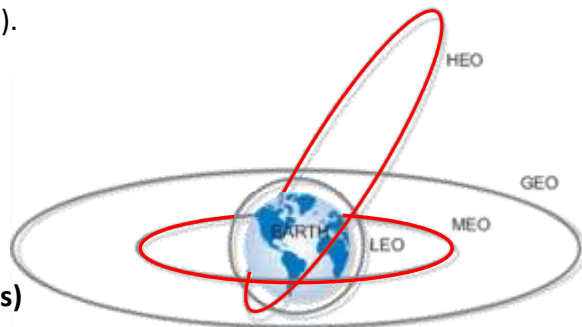
Satélites **MEO** (Medium Earth Orbit) Geralmente utilizados para

- Navegação (GPS, Galileo)
- Comunicação
- Estudos de geodesia/espaciais

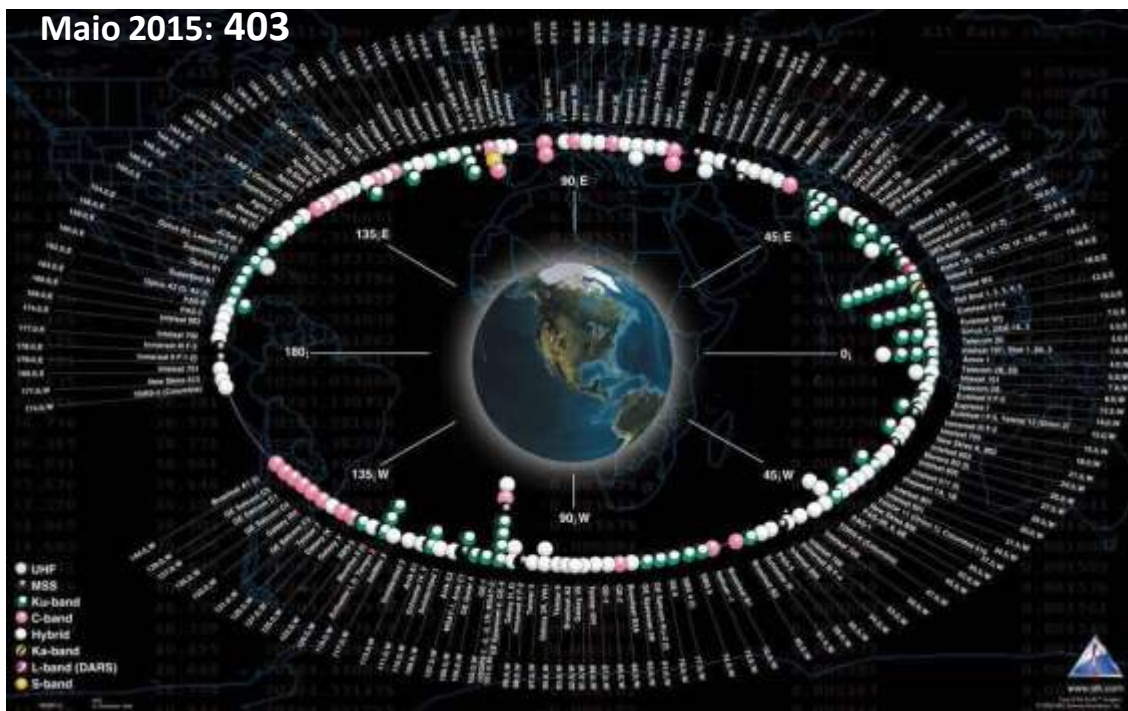
As altitudes mais comuns rondam os 20000 km (20200 km, com um período orbital de 12h, GPS; 23222 km, Galileo).

Satélites **HEO** (High Earth Orbit)

- Telecomunicações
- Constelação Vela (EUA, observação de testes de armas)



Satélites geoestacionários (GSO/GEO)



Satélites GEO/GSO

Na órbita geoestacionária (**GEO**), o satélite é capaz de cobrir/observar continuamente a quase totalidade de um hemisfério.

É uma órbita em que existe equilíbrio entre atração da terra e a velocidade do satélite, o qual se encontra à distância/altura de 35 786 km e a uma velocidade orbital de 3,07 km/s.

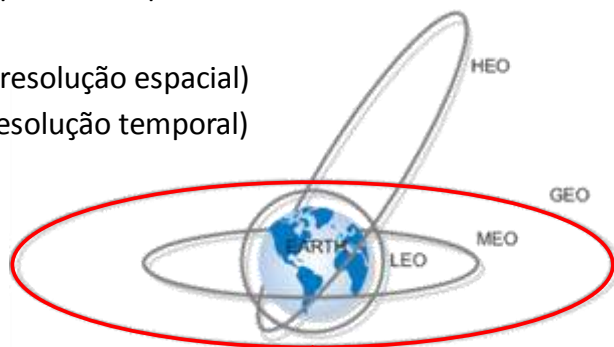
A órbita GEO é **geossíncrona (GSO)**, i.e. tem o mesmo período de revolução da Terra, que é de um dia sideral = 23 h 56 min 04s e **geoestacionária**, i.e. tem inclinação de 0°, ou seja, gira no plano do equador.

Grande escala espacial (\Rightarrow baixa resolução espacial)

Elevada frequência (\Rightarrow elevada resolução temporal)

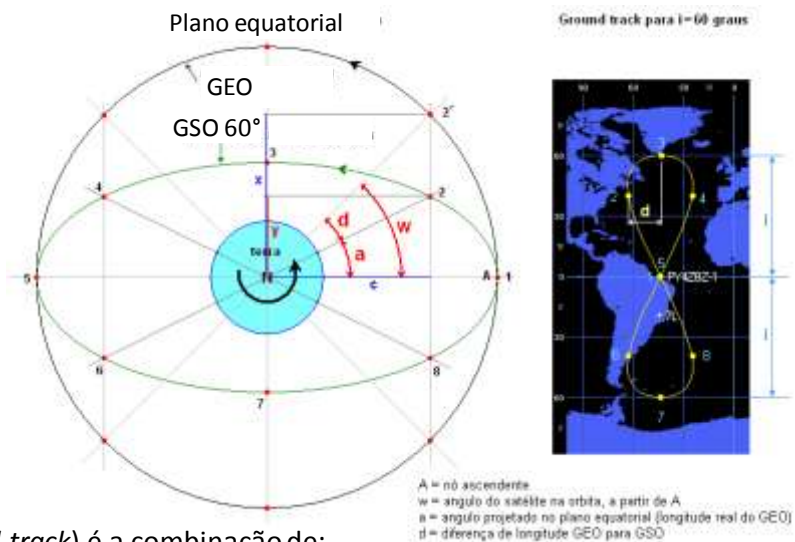
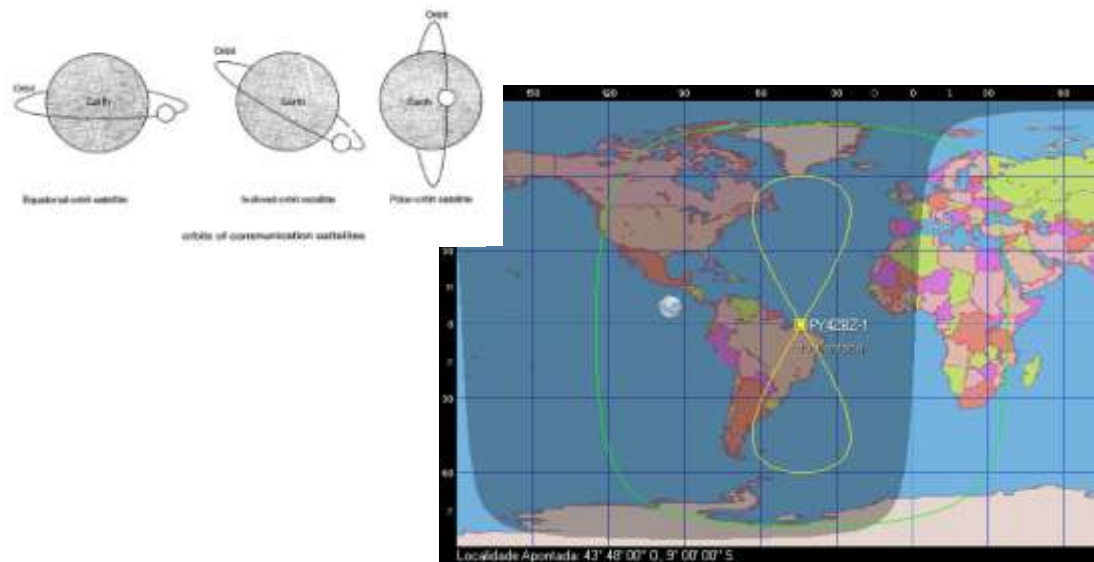
Geralmente utilizados para

- Meteorologia
- Comunicação



Satélites GSO

Todas as órbitas geoestacionárias GEO são também geossíncronas GSO, mas nem todas GSO são GEO!



O rastro terrestre (*ground track*) é a combinação de:

- movimento do satélite na sua órbita em volta da terra
- a rotação da terra dentro da órbita do satélite

Apesar da velocidade e altura constante do satélite numa órbita perfeitamente circular (= elipse com excentricidade zero), o rastro terrestre tem uma forma de "8"

Satélites LEO

Com altitudes entre 160 km e 2000 km **LEO** (Low Earth orbits) permitem **melhor resolução espacial mas menor cobertura temporal**

Circundam a terra em <24h (a 1000km altitude em 90 min)

Têm a colocação mais simples e barata; observam uma banda larga e comunicam rapidamente.

Velocidade para uma órbita circular a 200 km = 7.79 km/s
e para 1500 km = 7.12 km/s

MAS satélites LEO não são geoestacionários (sempre visíveis de um dado ponto na terra) \Rightarrow constelações de satélites

Geralmente utilizados para

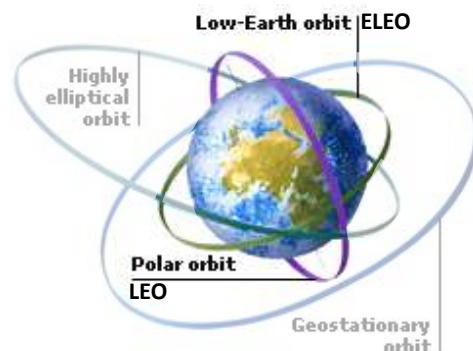
- **Observação da terra (EO)/R&D**
- **Espionagem**
- **Estação Espacial Internacional**



Podem ser equatoriais (Equatorial Low Earth orbits - **ELEO**) ou **polares** (inclinadas em relação ao equador)

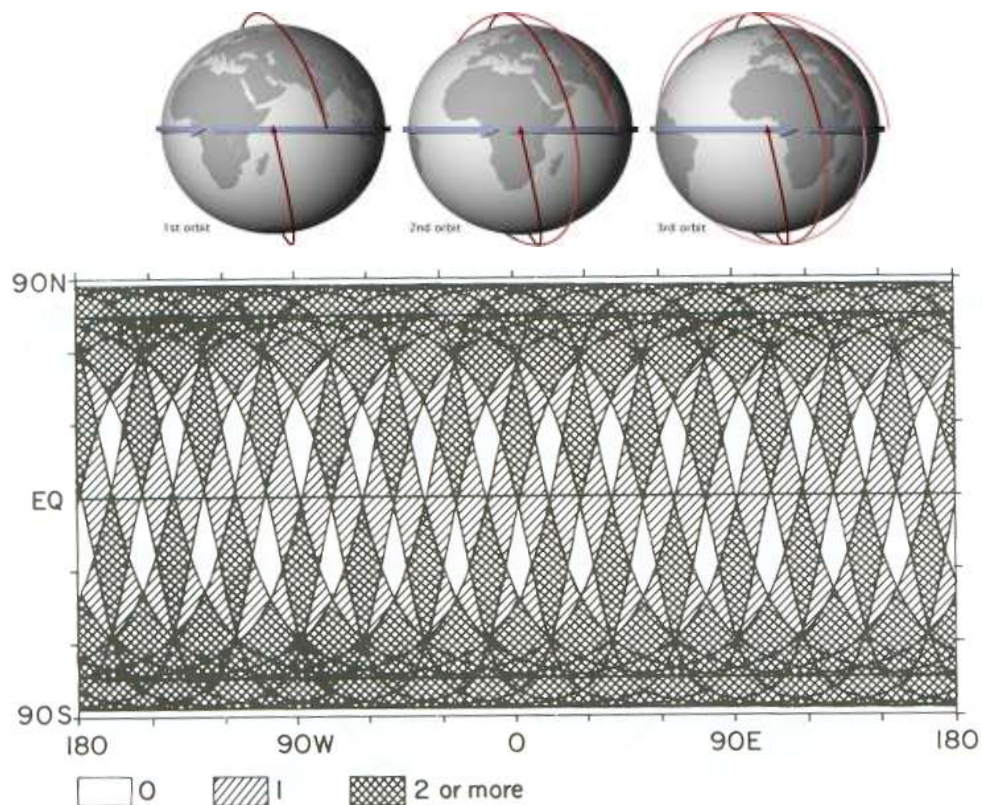
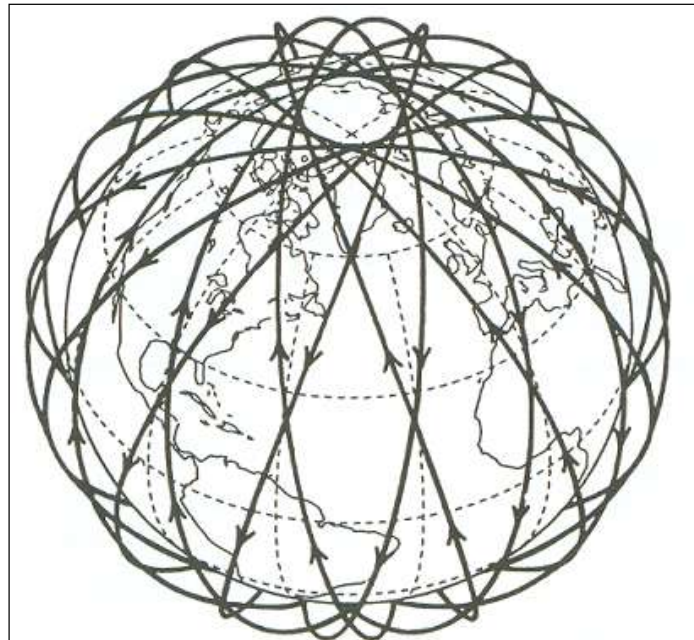
- **ELEO** permitem rápida revisitação de locais e gastam pouco combustível.
- **(Quase) Polares**, sincronizados com a iluminação do sol (altitude ~800 km) permitem observação repetida à mesma hora para o mesmo local

\Rightarrow **séries temporais em condições comparáveis, monitorização**



LEO polar

- Quase polar ($\sim 100^\circ$)
- Percurso ascendente e descendente
- Baixa altitude
⇒ elevada resolução espacial
- Sincronizados com a iluminação do sol
⇒ revisitam locais em períodos regulares com condições de luminosidade comparáveis
- Mas têm baixa resolução temporal



Número de observações por dia a partir de um satélite em órbita quase polar sincronizada com a iluminação do sol

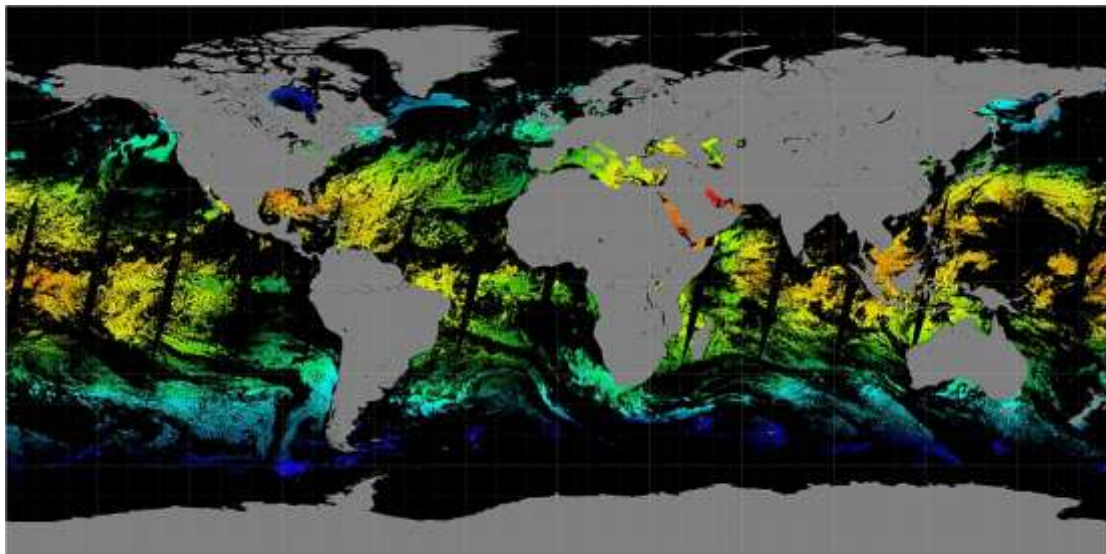
Órbita do satélite Aqua

Altitude 705 km

Near-polar, sun-synchronous, uma órbita demora 98,8 minutos, atravessa o equador para N às 13:30h e para sul à 1:30h



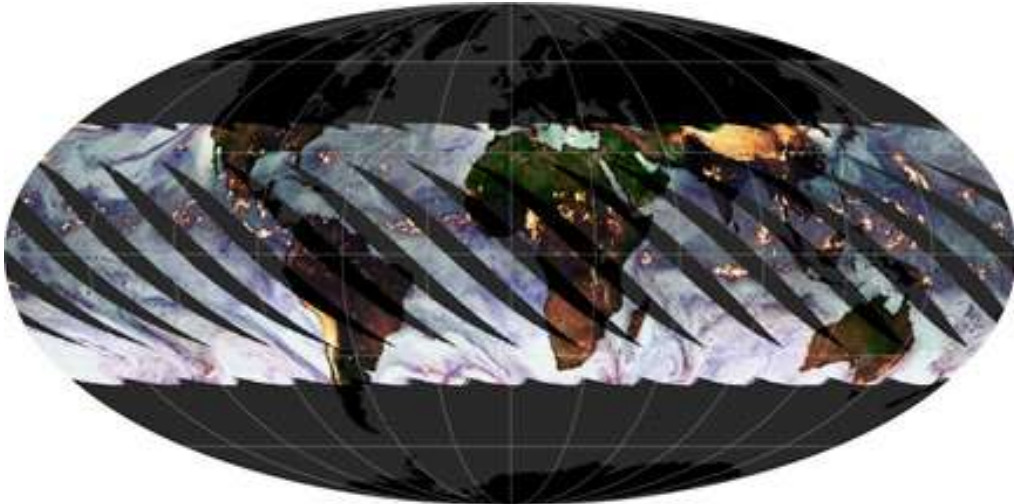
National Aeronautics and Space Administration



MODIS Aqua, SST $4\mu\text{m}$, 1 dia (sincronizado com o sol, órbita quase polar, altitude 705 km)
cobertura total da terra em <2 dias

LEO

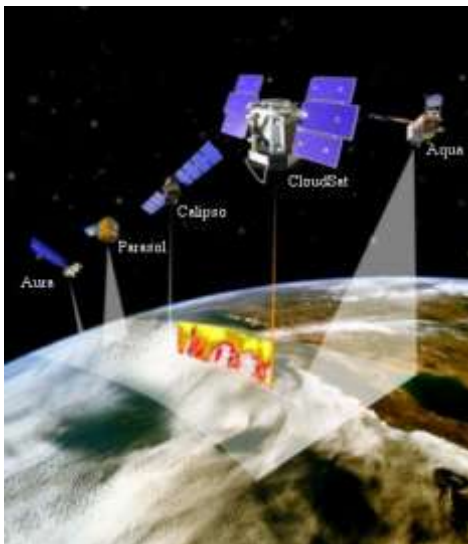
A inclinação da órbita depende do objetivo



Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM; NASA); ½ dia de observação
inclinação orbital de 35° relativos ao equador

⇒ monitorização dos trópicos

Formações e constelações



Formação: vários satélites na
mesma órbita



Constelação: vários satélites
em órbitas complementares
para uma máxima cobertura

Exemplo:

Um satélite LEO a ~1000 km de altitude demora 90 min. A circundar a terra.

Cada local é “observado” durante 10 min. (tempo de viagem entre “horizontes”)

⇒ para um serviço de comunicação contínuo necessita-se de constelação com ≥ 48 satélites coordenados

Um satélite MEO a ~ 10 000 km de altitude, é mais lento

⇒ para um serviço de comunicação contínuo necessita-se de constelação com ≥ 10 satélites coordenados

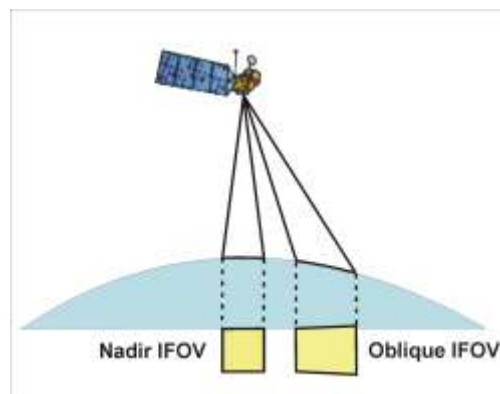
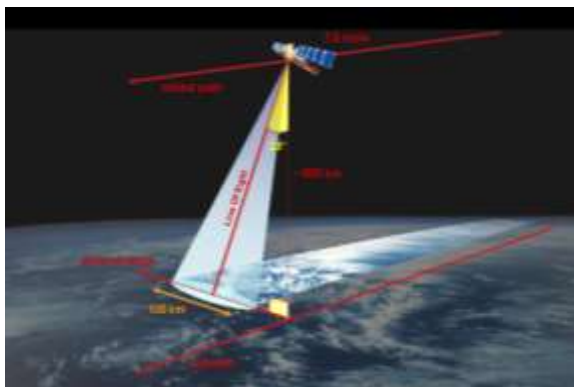
Resoluções

A quantidade & qualidade de dados de satélite dependem de quatro tipos de resolução

- Resolução espacial
- Resolução temporal
- Resolução espectral
- Resolução radiométrica

Resolução espacial

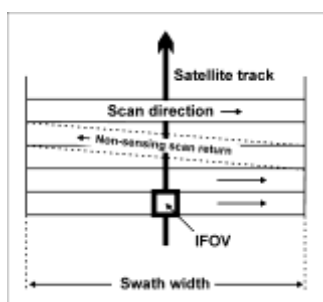
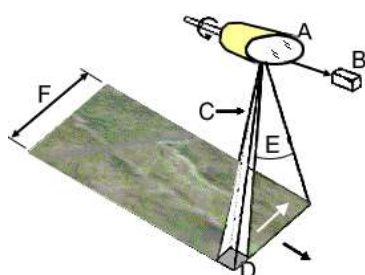
- área observada correspondente a cada pixel
- determinada pelo *instantaneous field of view* (IFOV) do sensor, determinada pela sua distância à terra, a faixa observada e o ângulo de observação
e.g. Landsat: 30 m resolução, 183 km *swath*;
AVHRR, SeaWiFS, MODIS: 1 km resolução, >2000 km *swath*



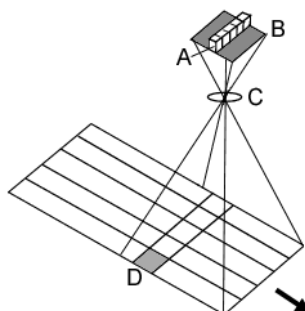
<http://www.suggestkeyword.com/c2FyIC0yMQ/>

http://ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/fundam/chapter2/08_e.php

Whiskbroom / scanner



Pushbroom

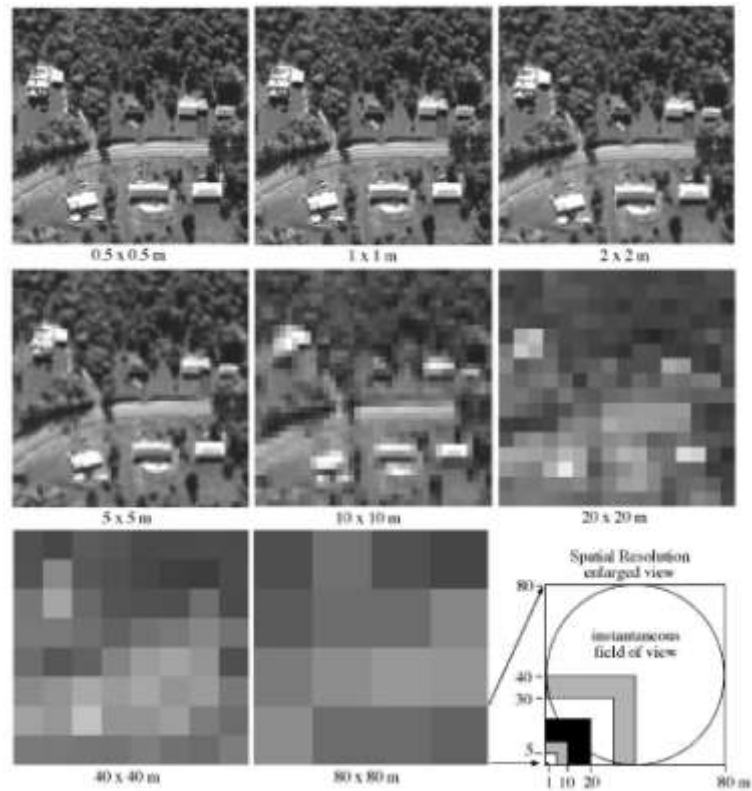


Vantagens:

- menos partes móveis
- melhor resolução espacial
- melhor resolução espectral
- melhor ratio sinal/ruído
- construção da imagem é mais simples

http://ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/fundam/chapter2/08_e.php

Resolução espacial



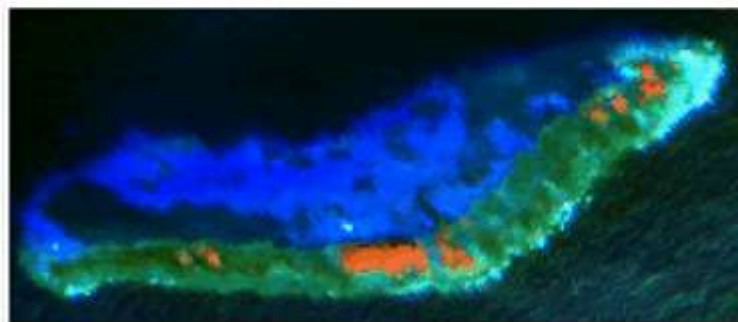
Jensen, 2007, Remote Sensing of the Environment

Resolução espacial



Satellite
Pour l'Observation
de la Terre

SPOT – 20 m



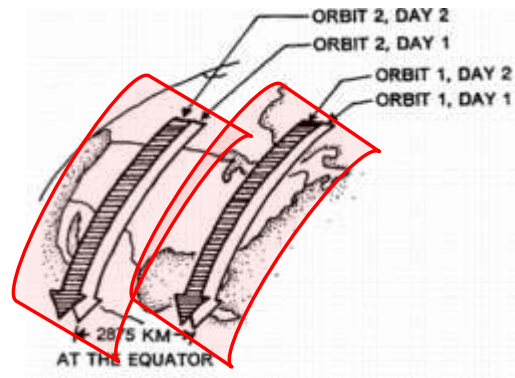
Compact
Airborne
Spectrographic
Imager

CASI – 5 m

Resolução temporal

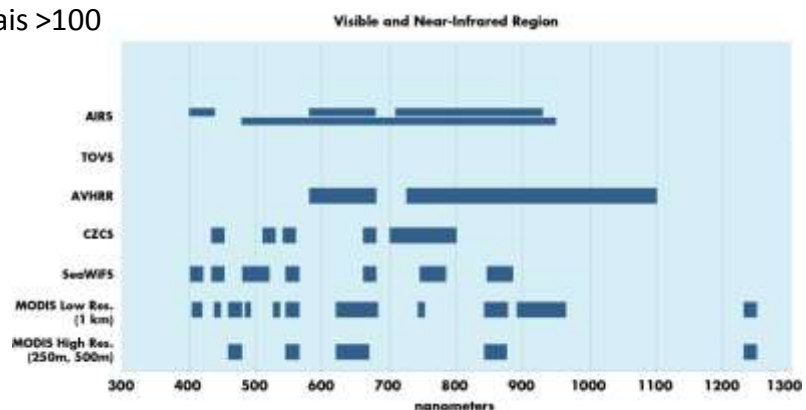
- período entre duas observações sucessivas do mesmo local
- dependente da órbita (distância, velocidade)
- true-nadir <> off-nadir

E.g. IKONOS3–5 dias off-nadir, 144 dias true-nadir



Resolução espectral

- capacidade de distinguir intervalos de comprimentos de onda; bandas
- sensores multispectrais distinguem diversas bandas (canais)
e.g., AVHRR – 5; SeaWiFS – 8; MODIS – 36
- sensores hiperspectrais cobrem o espectro “contínuo”
I.e. a sua resolução espectral é melhor do que 10 nm ou 0.01 μm e o número de canais >100



Resolução radiométrica

- sensibilidade do sensor na distinção de intensidades (e.g. número de tons de cinzento)
- tipicamente usam valores de 8 bit (i.e. 256 valores), 11 bit (2048), 12 bit (4096) ou 16 bit (63536)

Ex: bandas de luz visível MODIS Aqua são 12 Bit

→ os dados (globais) são fornecidos como números inteiros e têm que ser transformados para valores com decimais através de uma equação:

Scaling Equation = (Slope*I3m_data) + Intercept = Parameter value

Slope = 0.000717185

Intercept = -2

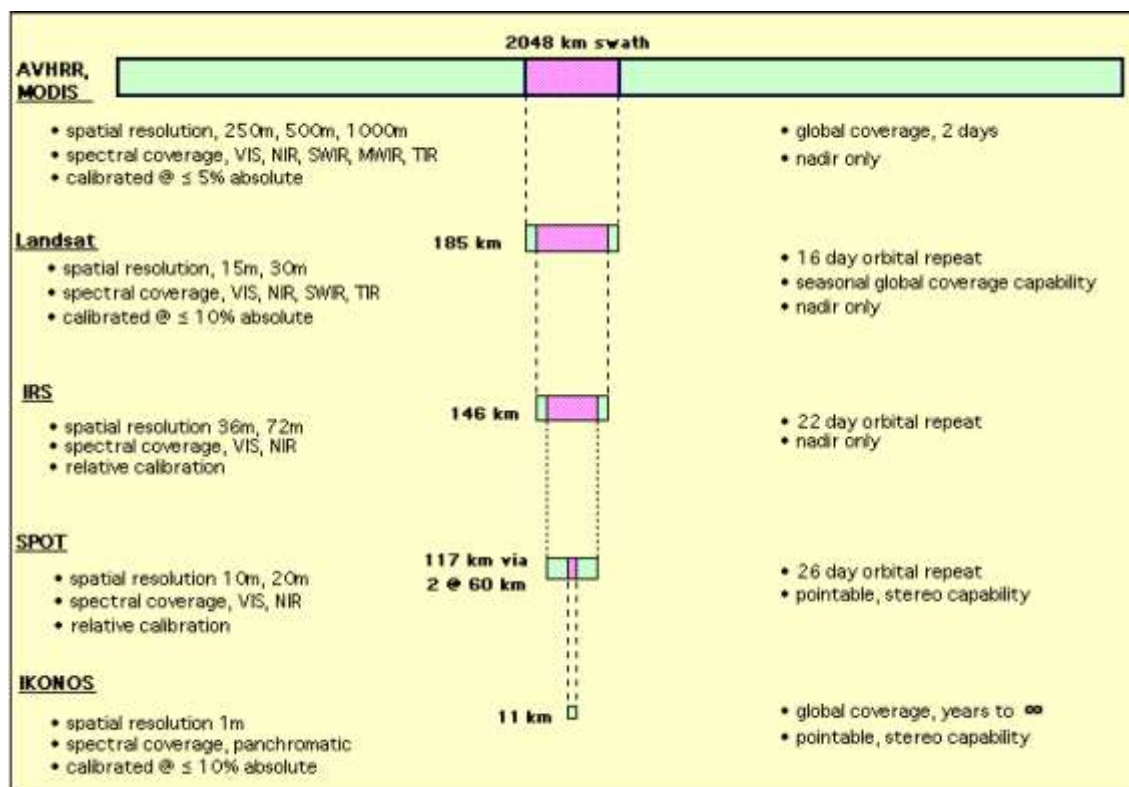
Resolução radiométrica



As Resoluções não são independentes entre elas

Resolução espacial <> espectral <> temporal

- órbitas geostacionárias permitem maior resolução temporal mas menor resolução espacial
- para ter mais canais espectrais temos que aumentar o tempo de observação de cada pixel \Rightarrow temos que diminuir a largura da faixa (*swath*)
- para aumentar a resolução espacial teríamos que aumentar o comprimento do telescópio (e do satélite) ou diminuir o seu diâmetro \Rightarrow o sinal electromagnético fica mais fraco e não pode ser dividido em tantos canais \Rightarrow menor resolução espectral



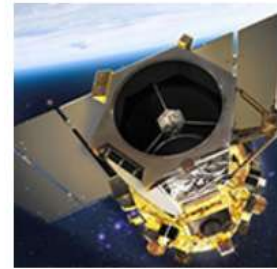
Worldview-3 (0.31m)



GeoEye-2 / WorldView-4 (2016)



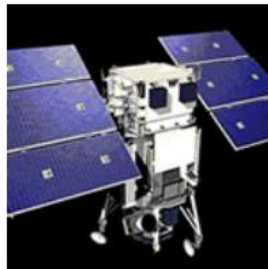
GeoEye-1 (0.41m)



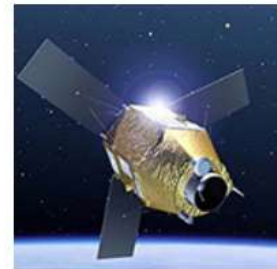
WorldView-2 (0.46m)



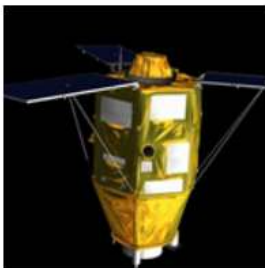
WorldView-1 (0.46m)



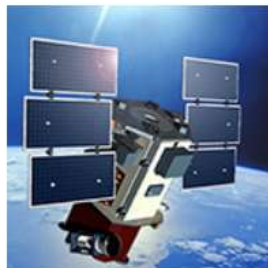
Pleiades-1A (0.5m)



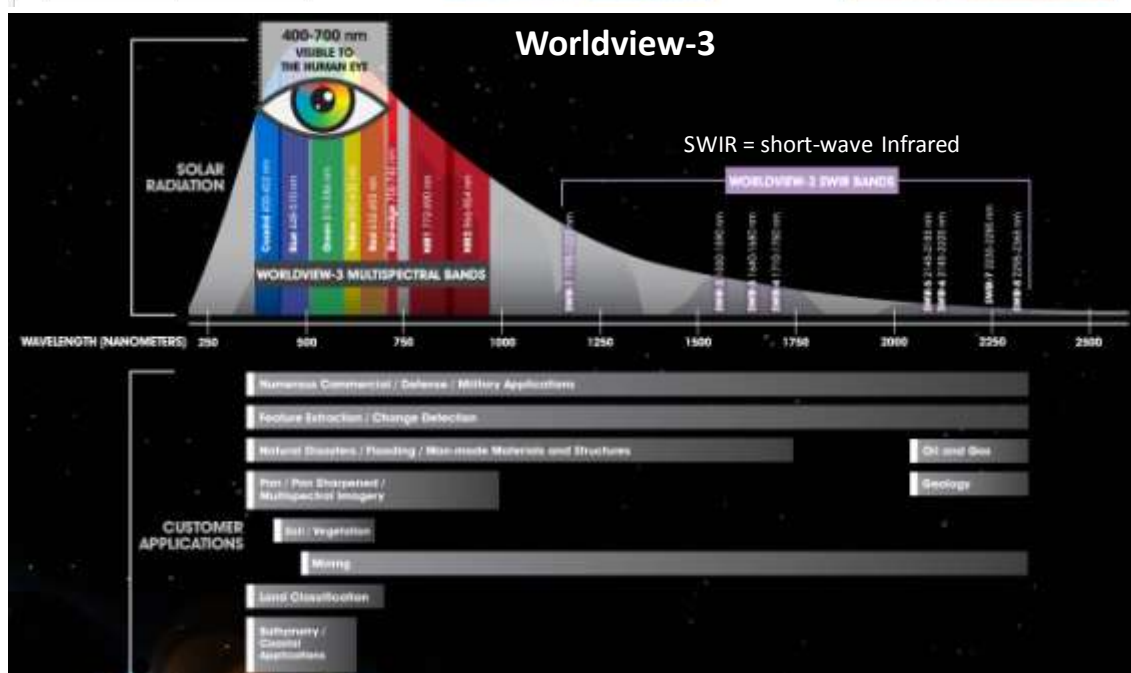
Pleiades-1B (0.5m)



QuickBird (0.61m)



IKONOS (0.82m)



**Worldview-3
(30 cm)**



RESOLUÇÃO

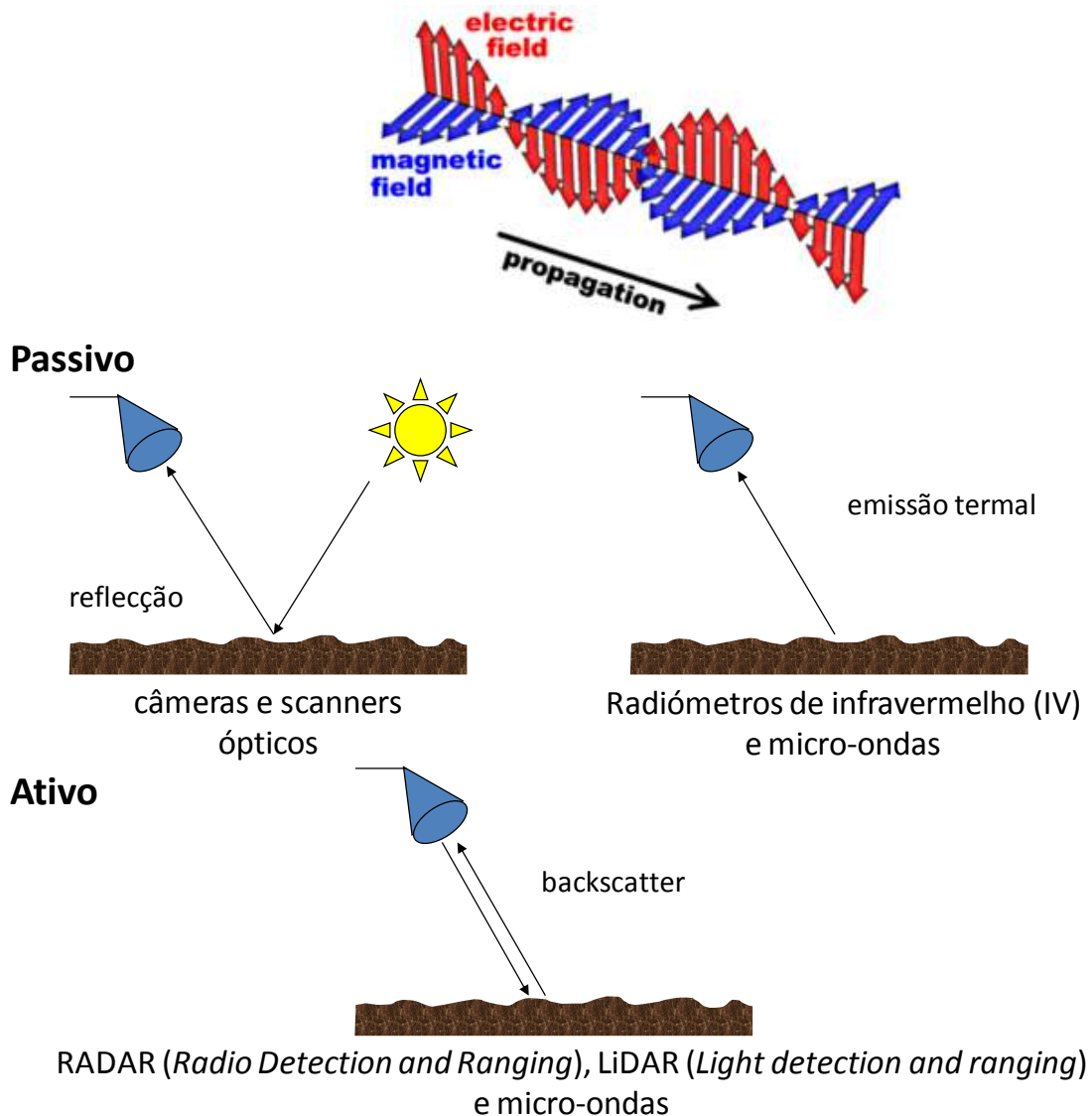
- Escolha depende do objetivo/função
 - fenómenos regionais, desastres, meteorologia
 - tipo de dados (luz visível, SAR)
- Determinada pela órbita
- Determinada pelo equipamento e os sensores

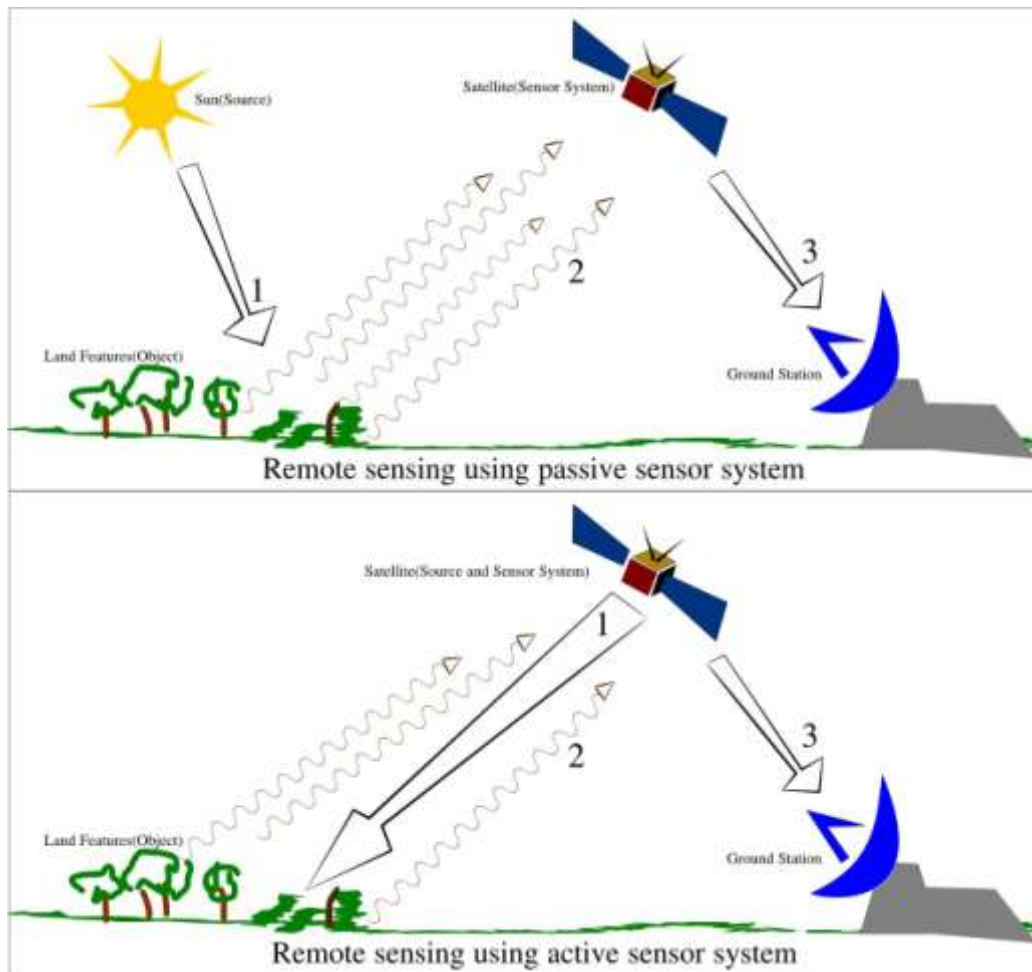
1.4 Sensores & produtos

Sensores passivos/ativos

Sensores passivos – detectam a radiação electromagnética de fonte natural reflectida ou emitida; fontes: **sol**, magnetismo, actividade geotérmica

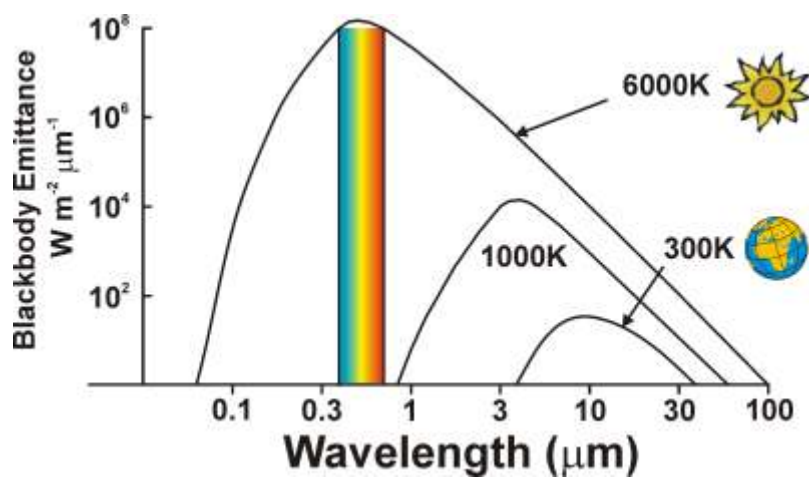
Sensores ativos – detetam a radiação electromagnética de fonte artificial refletida por objetos; fontes: **radar**, laser, sonar



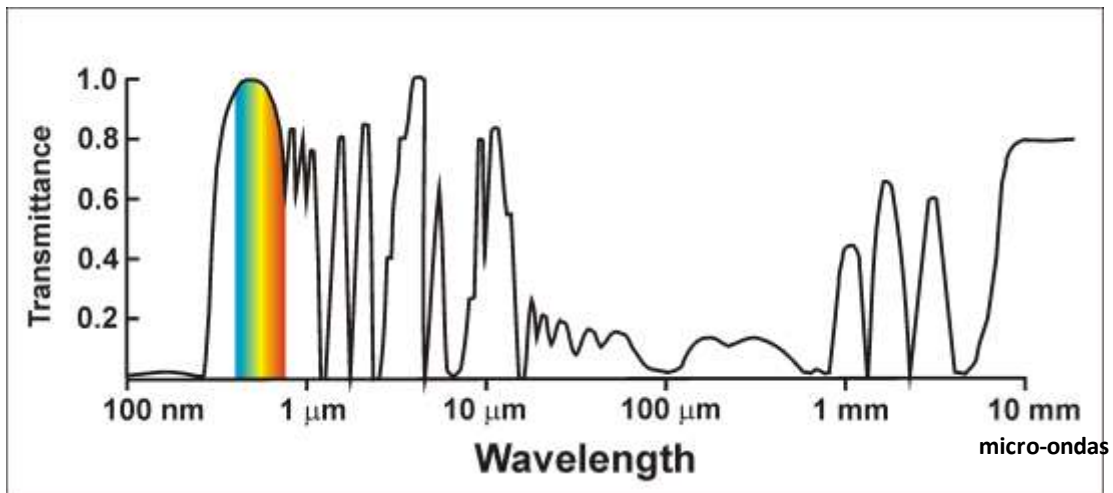


Radiação electromagnética

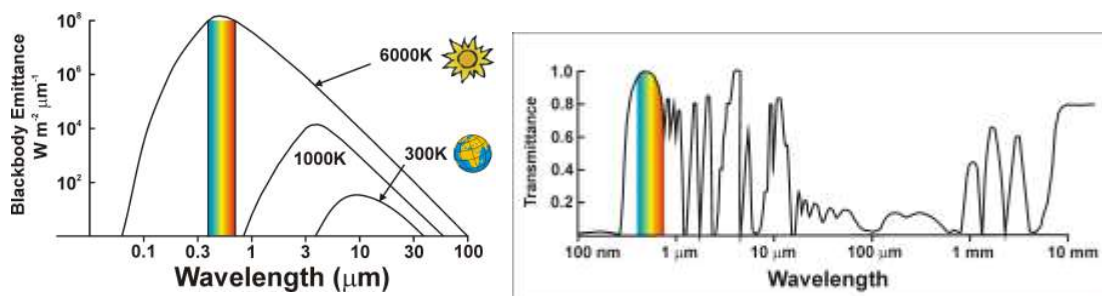
Toda a matéria absorve e emite radiação electromagnética



- **Corpo negro** é aquele que absorve toda a radiação eletromagnética que nele incide
- Corpos negros emitem radiação, o que permite determinar qual a sua temperatura
- Em equilíbrio termodinâmico, um corpo negro ideal irradia energia na mesma taxa em que a absorve



Transmissão de ondas electromagnéticas através da atmosfera



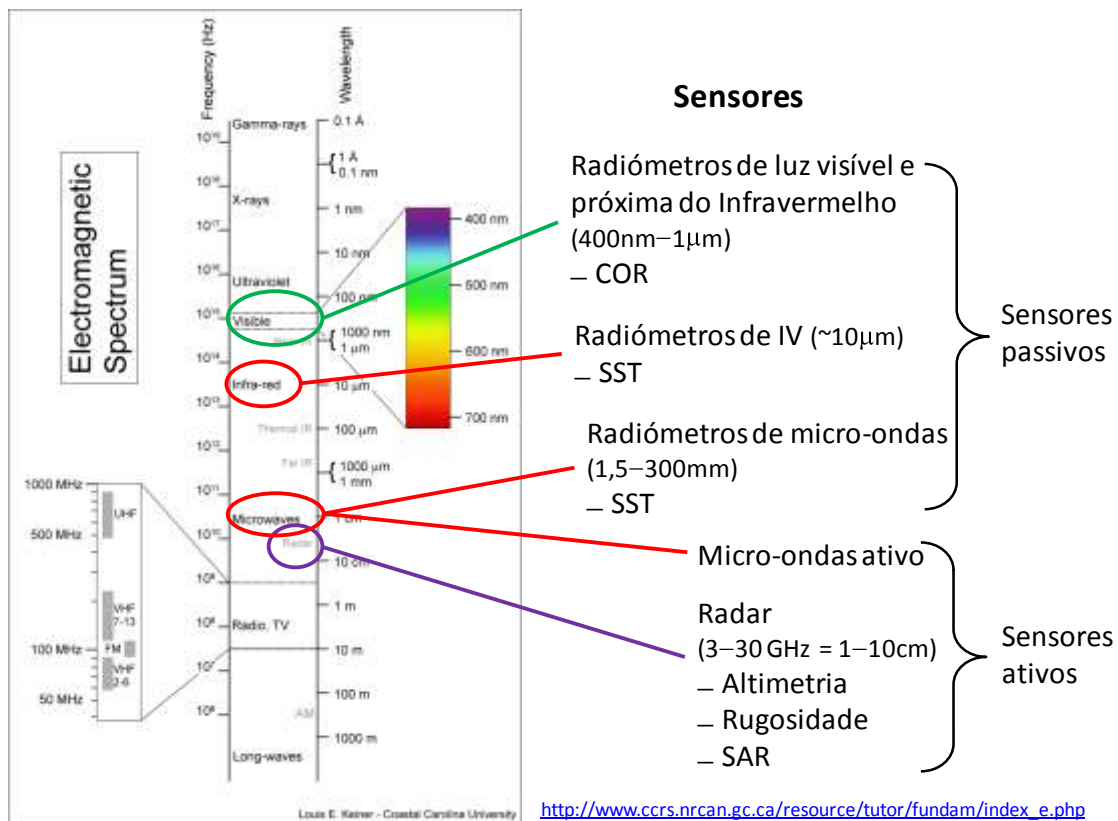
A escolha de bandas de detecção remota depende de:

- Objeto estudado & objetivo de estudo
- O espectro de transmissão atmosférica

Imagens da terra e do oceano: 100 nm - 100 μm

Emissão do próprio oceano: 3 μm - 40 μm

Só os comprimentos de onda que atravessam a atmosfera são úteis!



Sensores

Multiespectrais passivos

- Detetam várias bandas de luz visível e próxima do infravermelho (IV)
- Medem reflexão espectral
- Dependem de condições atmosféricas
- Necessitam de luz solar

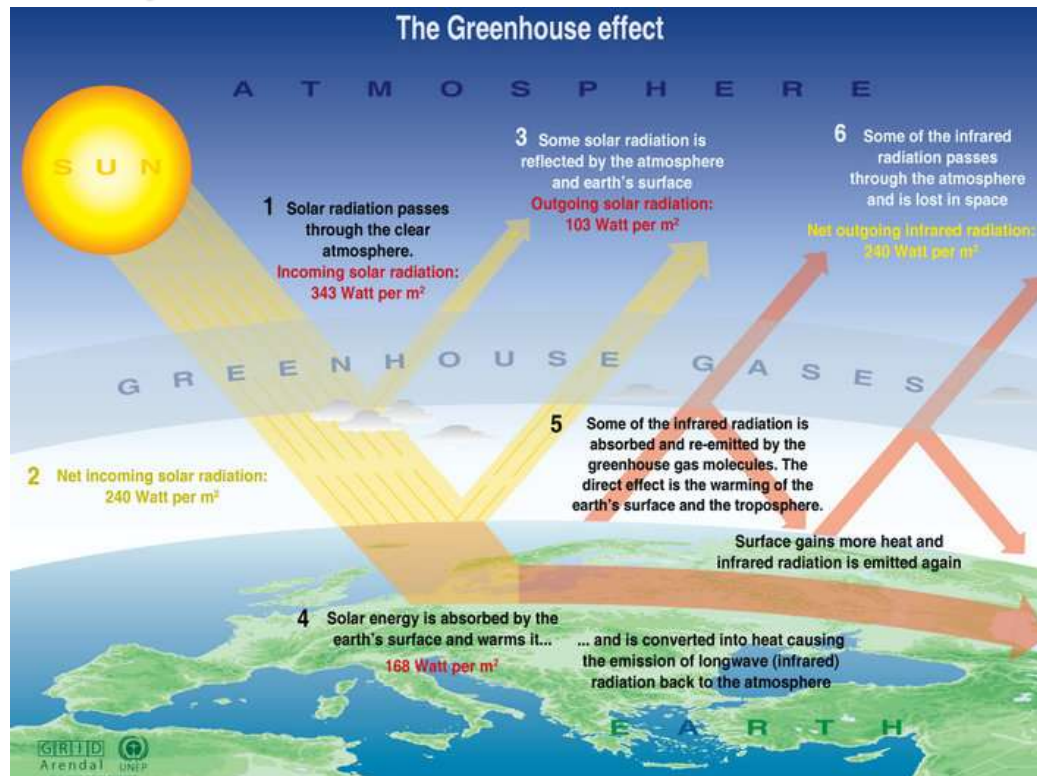
Micro-ondas passivos

- Detetam radiações com frequência 0.3 GHz – 300 GHz/comprimento de onda 1 m – 1 mm
- Medem radiação emitida pela superfície terrestre
- Não necessitam de luz solar
- São praticamente independentes de efeitos da atmosfera
- Resolução baixa, na ordem dos kms

Micro-ondas ativos e radar

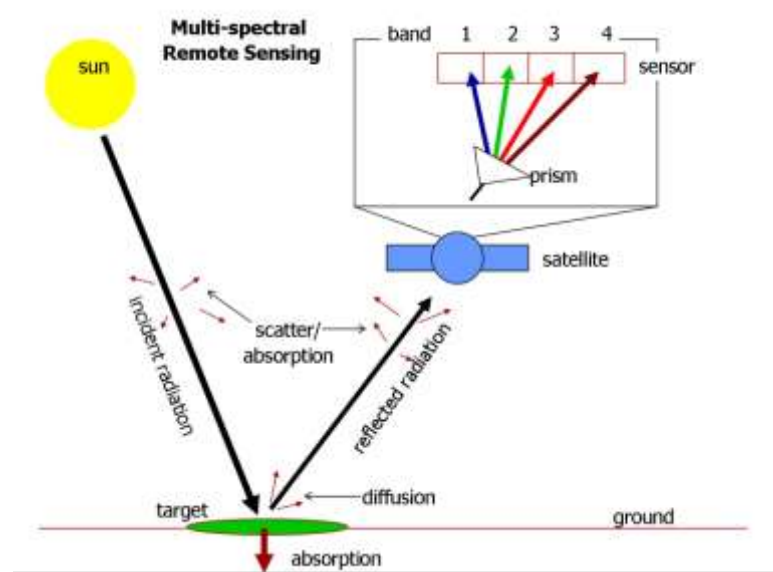
- Emitem pulsos de radiação eletromagnética e medem a radiação que é refletida de volta ao sensor
- Têm fonte própria de energia ⇒ independentes de luz solar ou radiações do objeto observado
- Independentes de nuvens
- Scatterometers: resoluções na ordem dos kms
- Synthetic Aperture Radar (SAR): resoluções na ordem de metros

Radiação de fonte natural

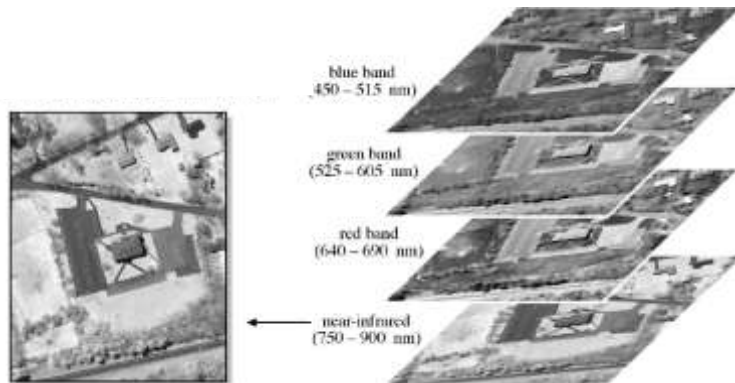
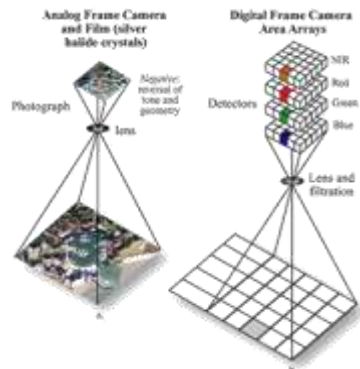


Sensores passivos

Cor & temperatura



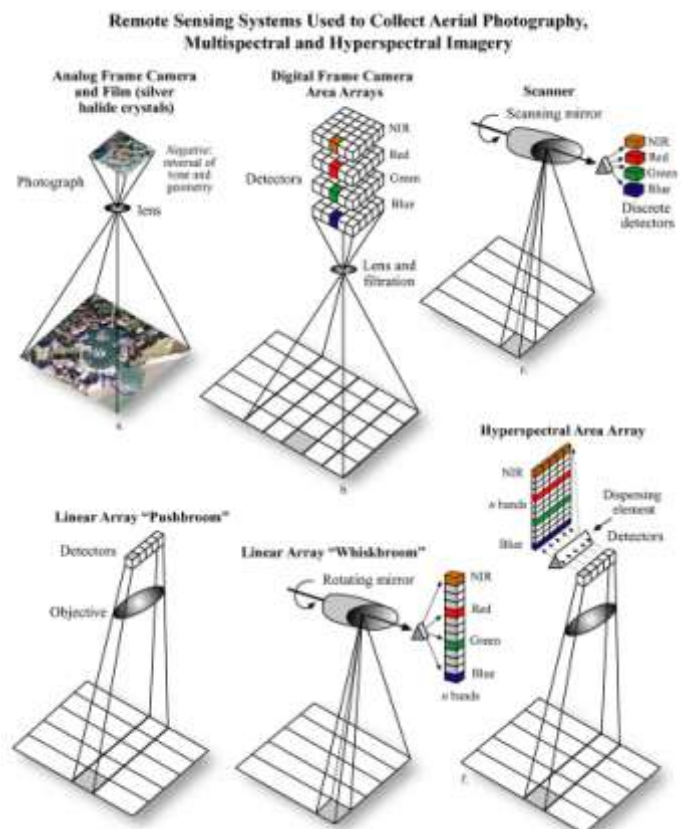
Fotografia



Jensen, 2007, Remote Sensing of the Environment

Funcionamento & Resolução espectral

Separação de bandas por prismas ou filtros



Jensen, 2007, Remote Sensing of the Environment

Cor

Aplicações

- Imagem
- Detecção de *blooms* de algas (e.g. dinoflagelados)
- Plumas de rios
- Impacto de cheias

Sensores: e.g. MODIS (Aqua, Terra), $\sim 1\text{km}^2$

Res. Temporal ~ 1 dia

- Recifes, habitats costeiros

Sensores de melhor resolução espacial

e.g. 1^o Landsat, 1972, pixéis de 80m^2

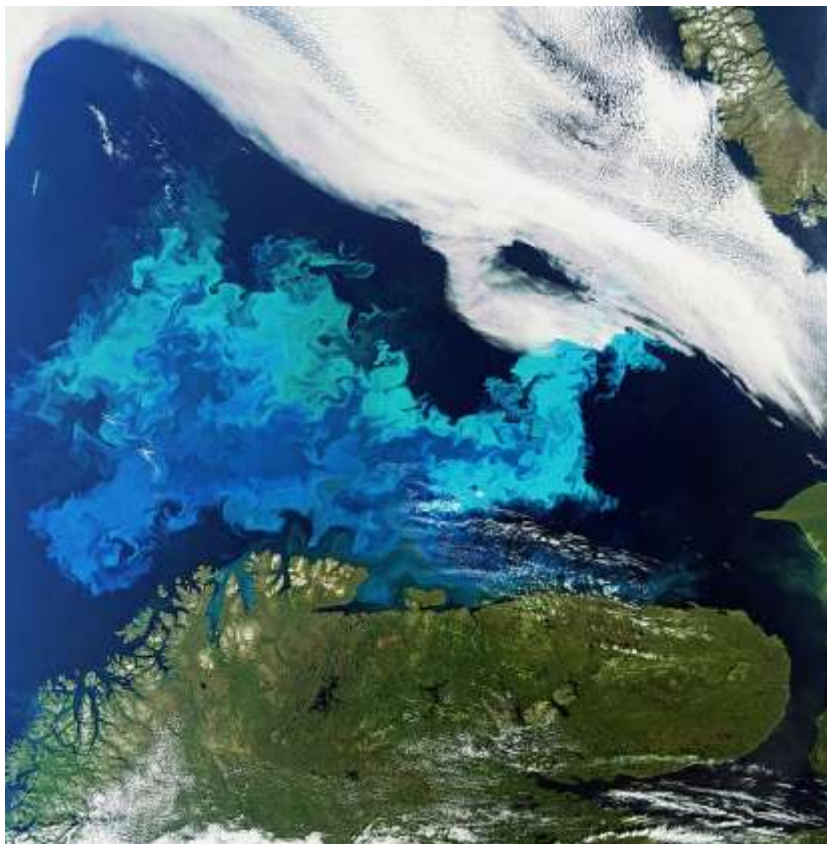
Landsat Thematic Mapper 1982 30m^2

Landsat7 1999, 30m^2 cor, 15m^2 p/b

Res. Temporal 16 dias

e.g. IKONOS

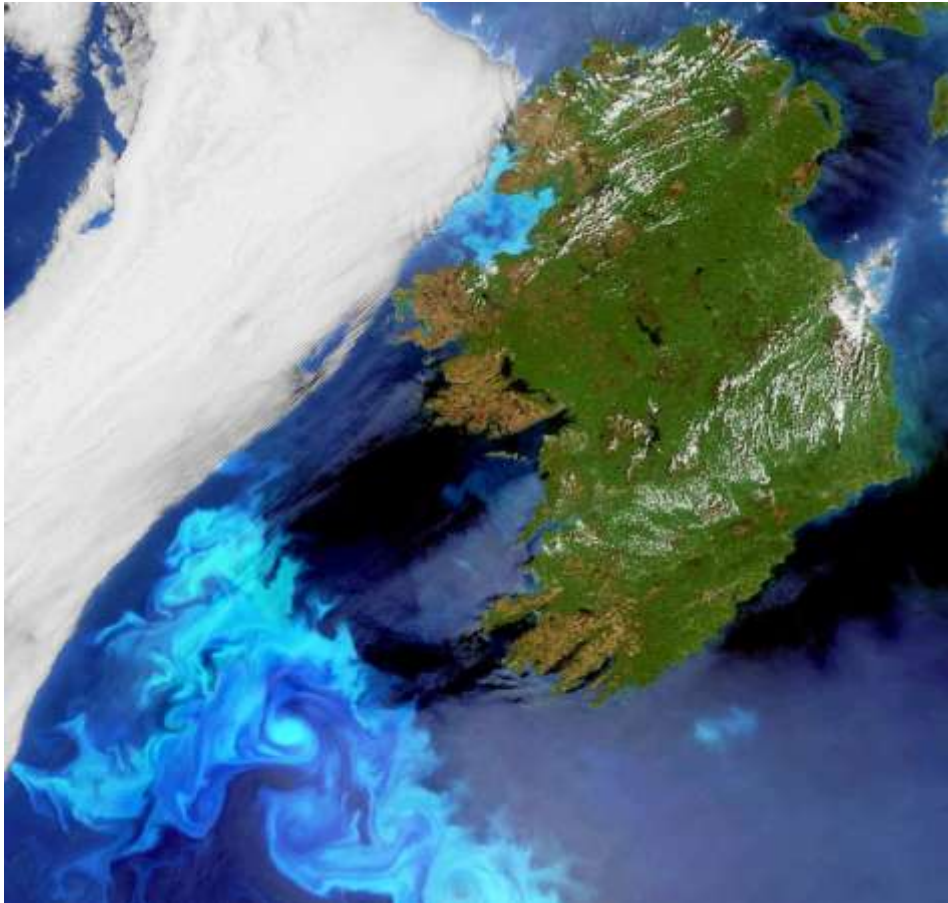
satélite comercial, 4m^2 a cor, 1m^2 p/b



Phytoplankton bloom
Envisat
Medium Resolution
Imaging Spectrometer,
17 August 2011

Barents Sea off the
coast of mainland
Europe's most northern
point, Cape Nordkinn.

Although most types of
phytoplankton are
individually micro-
scopic, the chlorophyll
they use for photo-
synthesis collectively
tints the water colour.
 \Rightarrow they become
detectable from space



Algal bloom off Ireland. Credit: ESA

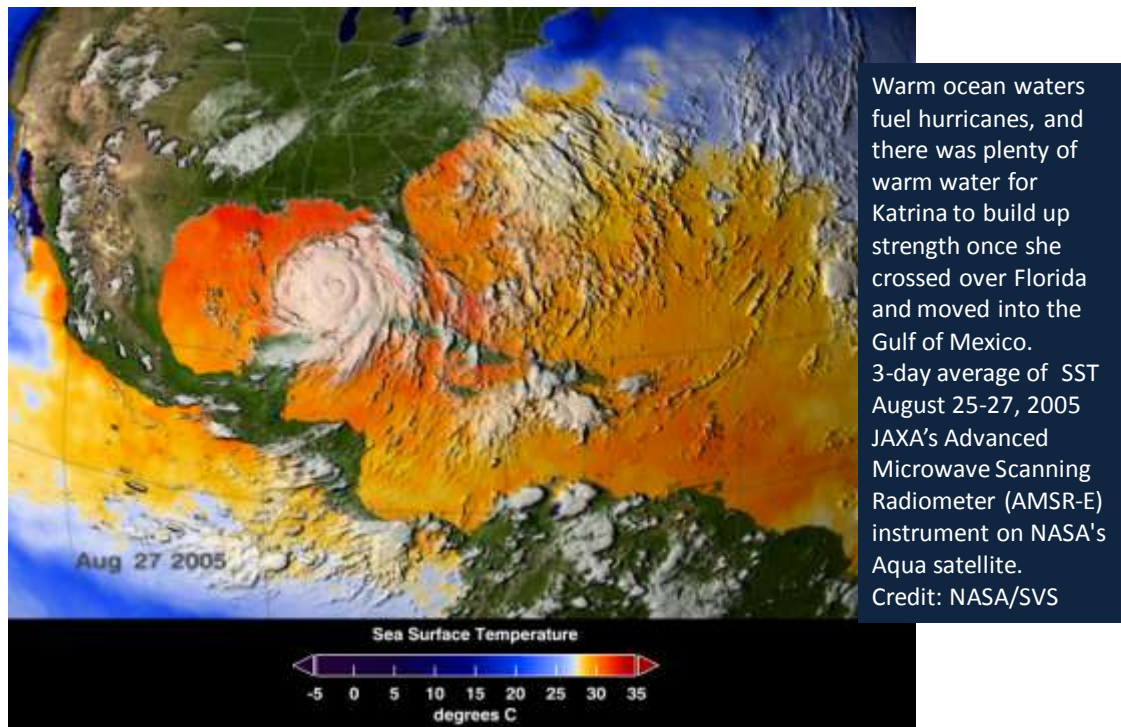
Temperatura

Aplicações

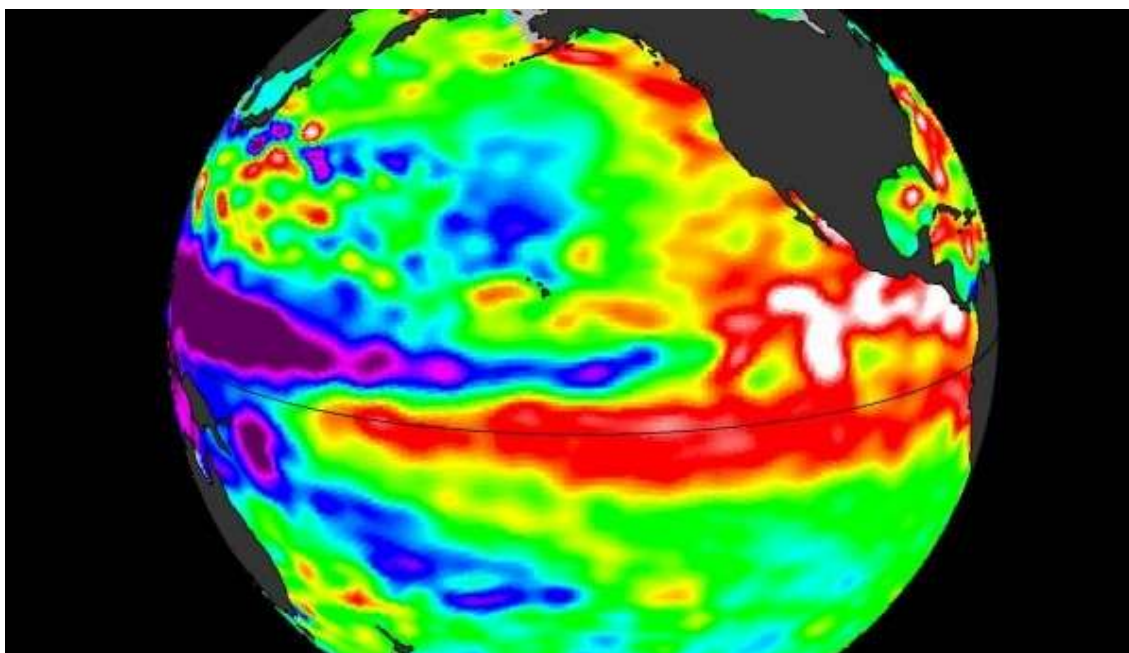
- Temperatura
→ afeta a meteorologia, correntes oceânicas, *upwelling*
- Δ Temperatura
- → influencia comportamento de peixes, branqueamento de corais

Sensores:

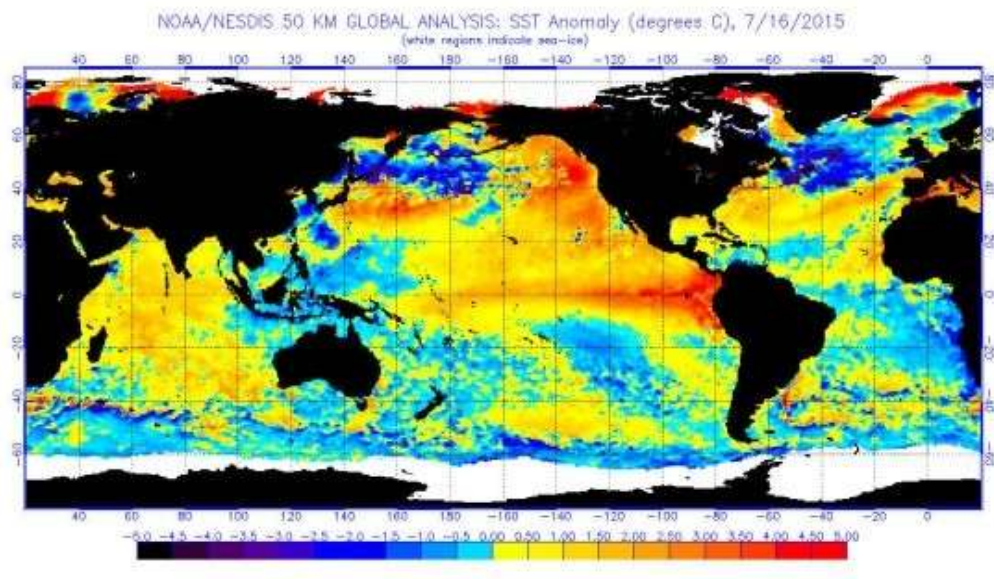
e.g. Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR),
satélites de meteorologia da NOAA: NOAA-14, NOAA-15, NOAA-16
Dados diários; obtidos em fiadas de 2048 pixels, de $\sim 1\text{km}^2$ cada
e.g. MODIS



Hurricane Katrina (2005)



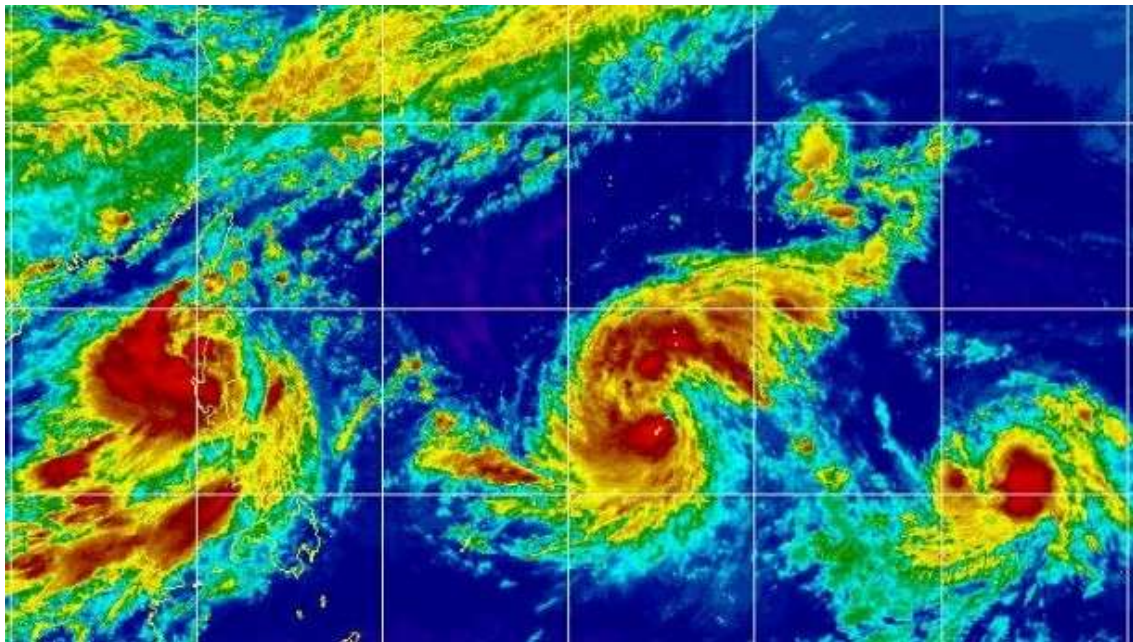
El Nino Aquecimento invulgar do Pacífico Oeste ($\geq 1997/8$)
(16.07.2015, Joachim Müller-Jung, FAZ)



El Nino 16.07.2015



El Nino – meados de Junho 2015, milhares de caranguejos mortos na costa S-Califórnia



El Nino – Julho 2015, 3 furacões aproximam-se das costas de Taiwan, China e Japão

Cor & temperatura

CZCS – Coastal Zone Color Scanner (1978 - 1986)



SeaWiFS – Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor (since 1997)



MODIS – Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
Terra Satellite
(since Dec.1999)



Aqua satellite
(since May 2002)



CZCS – Coastal Zone Color Scanner (1978 - 1986)

1	433-453 nm (blue)	chlorophyll absorption
2	510-530 nm (green)	chlorophyll concentration
3	540-560 nm (yellow)	Gelbstoffe concentration
4	660-680 nm (red)	aerosol absorption
5	700-800 nm (far red)	land and cloud detection
6	10.5-12.5 microns (infra-red)	surface temperature (failed)

SeaWiFS – Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor (since 1997)

Band	Wavelength	
1	402-422 nm	Normalized water-leaving radiance at 412 nm
2	433-453 nm	Normalized water-leaving radiance at 443 nm
3	480-500 nm	Normalized water-leaving radiance at 490 nm
4	500-520 nm	Normalized water-leaving radiance at 510 nm
5	545-565 nm	Normalized water-leaving radiance at 555 nm
6	660-680 nm	Normalized water-leaving radiance at 670 nm
7	745-785 nm	→ Epsilon of aerosol correction at 765 and 865 nm
8	845-885 nm	Aerosol optical thickness at 865

MODIS – Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (since 1999/2002)

36 spectral bands from 0.4 μm to 14.4 μm

MODerate-resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)

- NASA, Terra & Aqua
 - launched 1999, 2002
 - 705 km polar orbits, descending (10:30 a.m.) & ascending (1:30 p.m.)
- Sensor Characteristics
 - 36 spectral bands ranging from 0.41 to 14.385 μm
 - cross-track scan mirror with 2330 km swath width
 - Spatial resolutions:
 - 250 m (bands 1 - 2)
 - 500 m (bands 3 - 7)
 - 1000 m (bands 8 - 36)
 - 2% reflectance calibration accuracy
 - onboard solar diffuser & solar diffuser stability monitor

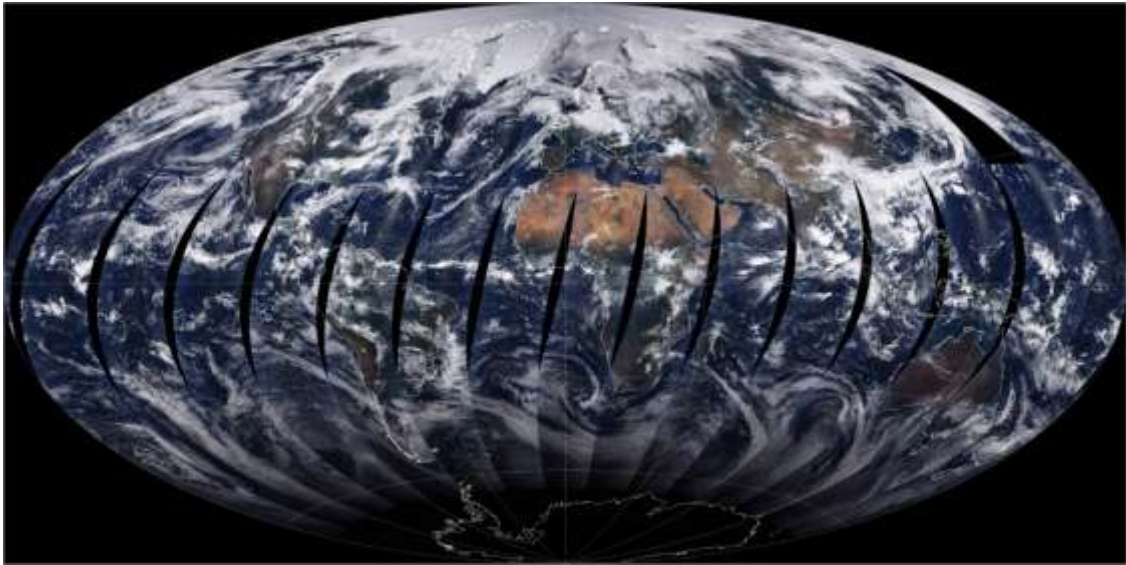


National Aeronautics and Space Administration

R = 0.65 μm
G = 0.56 μm
B = 0.47 μm

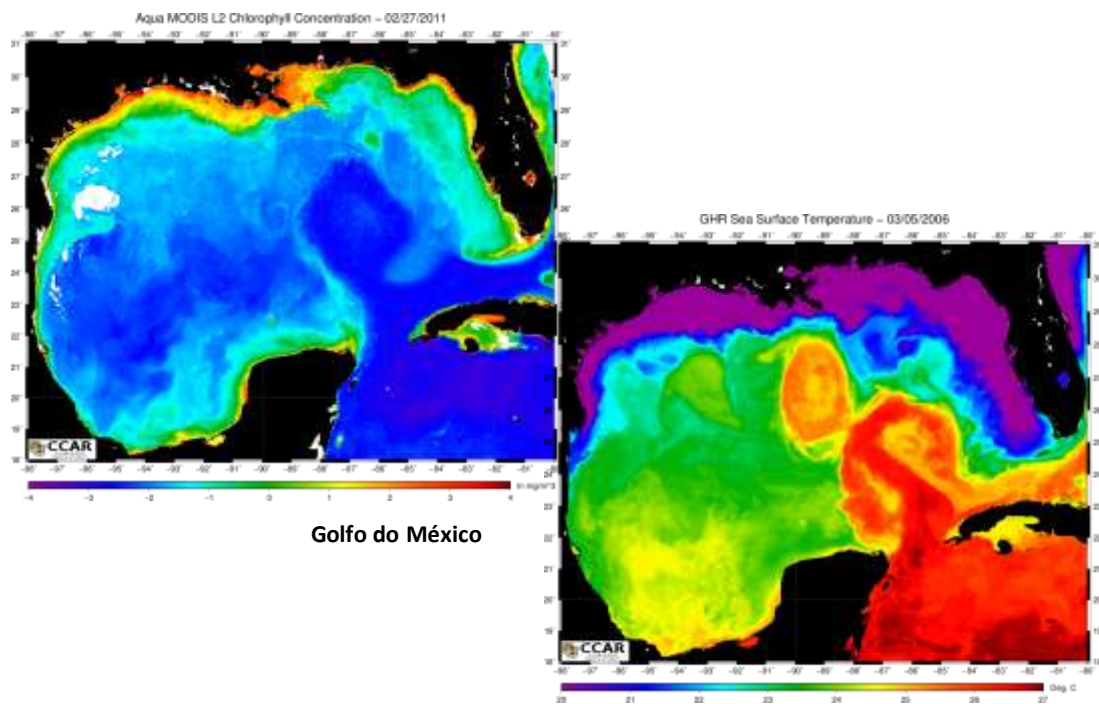
MODIS Global Level-1B Composite Image

Terra
May 28, 2001

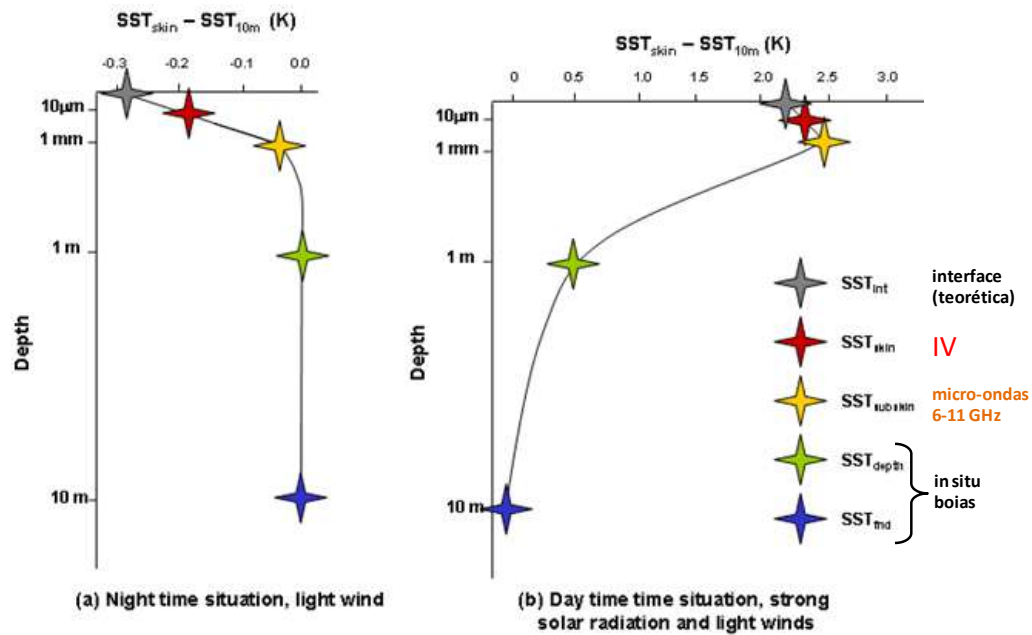


National Aeronautics and Space Administration

MODIS – cor & temperatura



SST – noite/dia



Dados

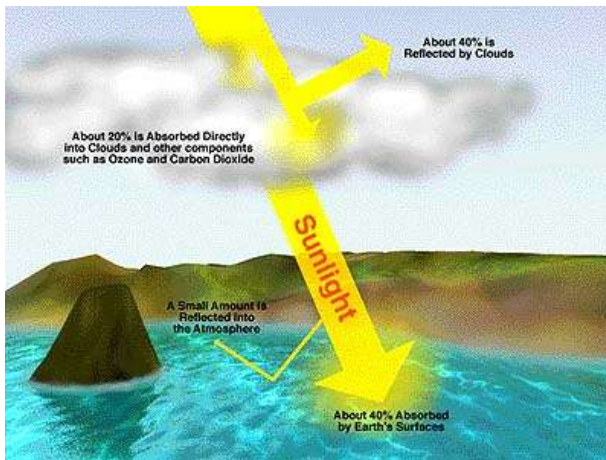
Disponibilizados

- geralmente online
- em tempo quase-real a histórico (climatologia ...)
- cada vez mais com acesso livre e gratuito

<http://modis.gsfc.nasa.gov/data/dataproduct/>

Google: ocean color

Dados – Cor & temperatura



- ~40 da luz visível e IV são reflectidos por nuvens
- ~20% absorvidos pela atmosfera
 - gotículas das nuvens
 - vapor
 - poeiras
 - aerossóis
 - dispersão molecular (Rayleigh)
- ~40% absorvidos pela superfície terrestre

Contributos atmosféricos que chegam aos sensores são “eliminados” removendo medições de espectro vermelho e próximo do IV (e.g. 670 e 750 nm), cuja radiação é quase exclusivamente devida à dispersão atmosférica

⇒ Correção atmosférica; máscara de núvens

e.g. MODIS usa 35 parâmetros de controlo de qualidade para algoritmos oceânicos e correção atmosférica (dados meteorológicos, dados de radiação, brilho, temperatura ...)

Dados – processamento

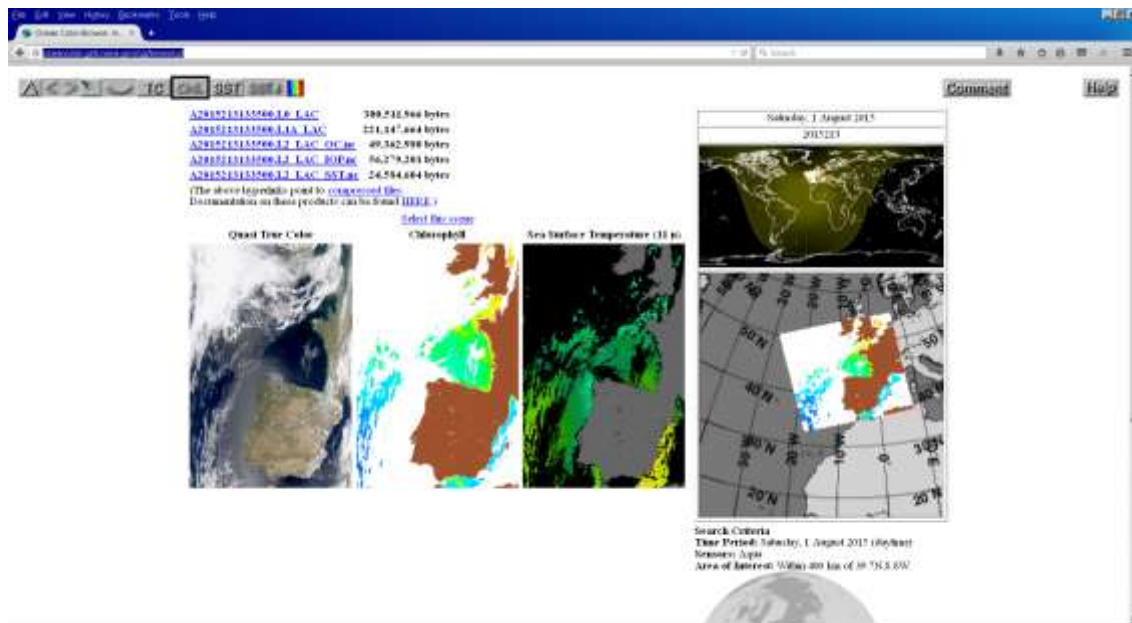
Os dados obtidos são processados

- correção atmosférica
- reamostragem para uma resolução menor (e para um *raster* regular)
- agregação e cálculo de médias (3 dias, 8 dias, mensais ...)
- convertidos em produtos derivados (clorofila, produção primária, ...)

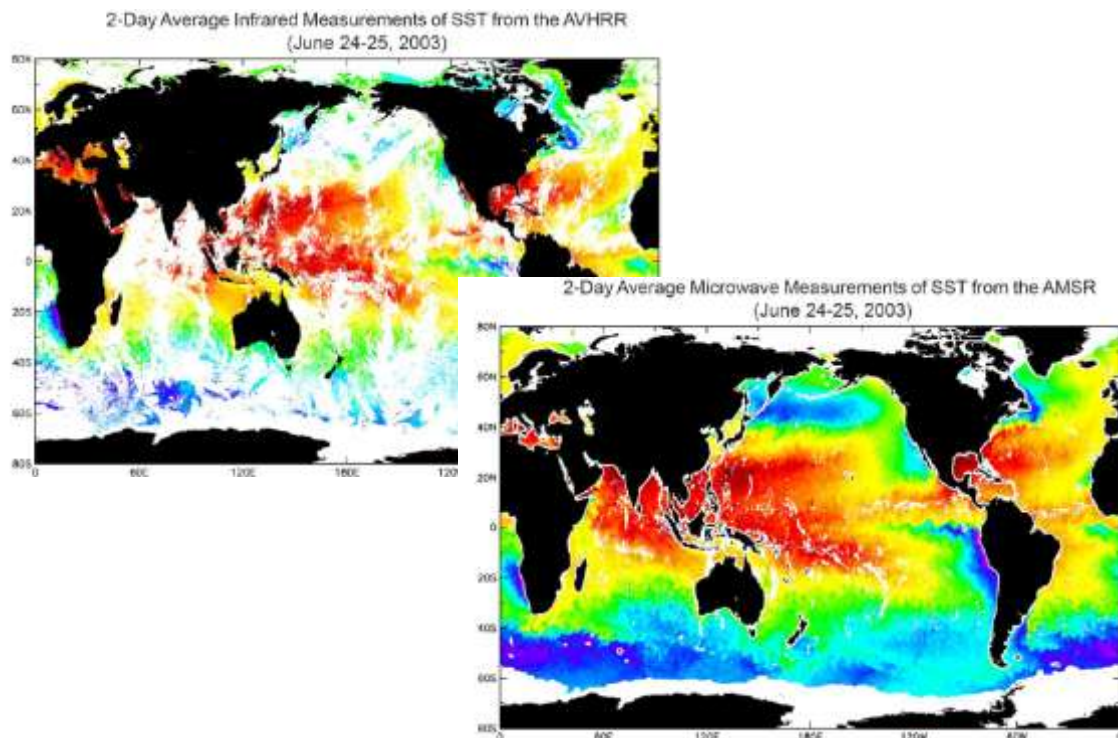
Níveis de processamento

Level 0	Dados não processados (<i>raw</i>) das diversas bandas obtidas pelo satélite; formato binário standard
Level 1	Dados de imagem nas coordenadas do sensor, com bandas individuais calibradas
Level 2	Variáveis oceânicas derivadas, após correção atmosférica e georreferenciação, ainda nas coordenadas do sensor
Level 3	Imagens compostas de variáveis oceânicas derivadas, reamostradas para uma base de mapa standard (<i>raster</i>), com médias calculadas para um certo período de tempo
Level 4	Imagem que representa valores médios de variáveis obtidos por análises (e.g. modelação) para cada célula do <i>raster</i> do nível anterior

<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/cgi/browse.pl>

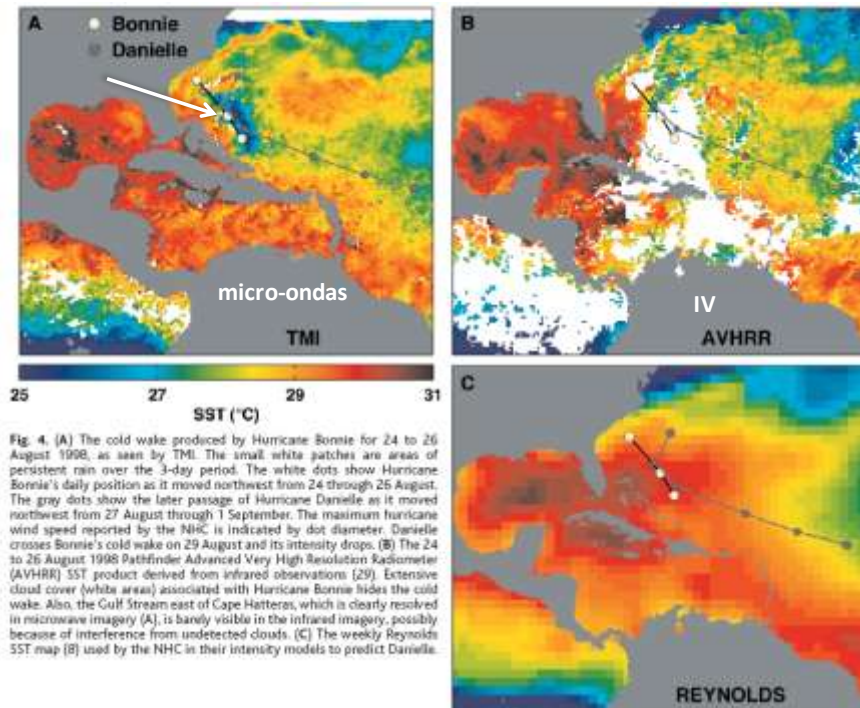


- agregação de dados de diversos sensores (e.g. SST com IV+microondas)



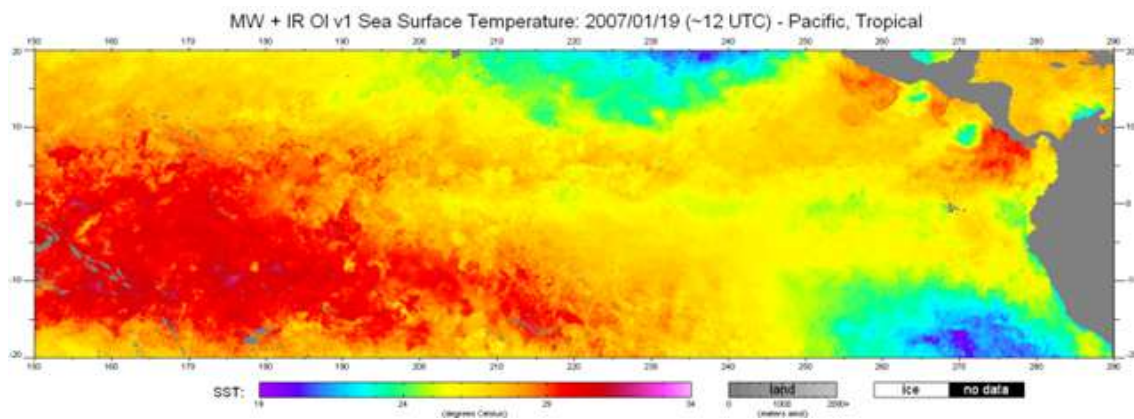
SST

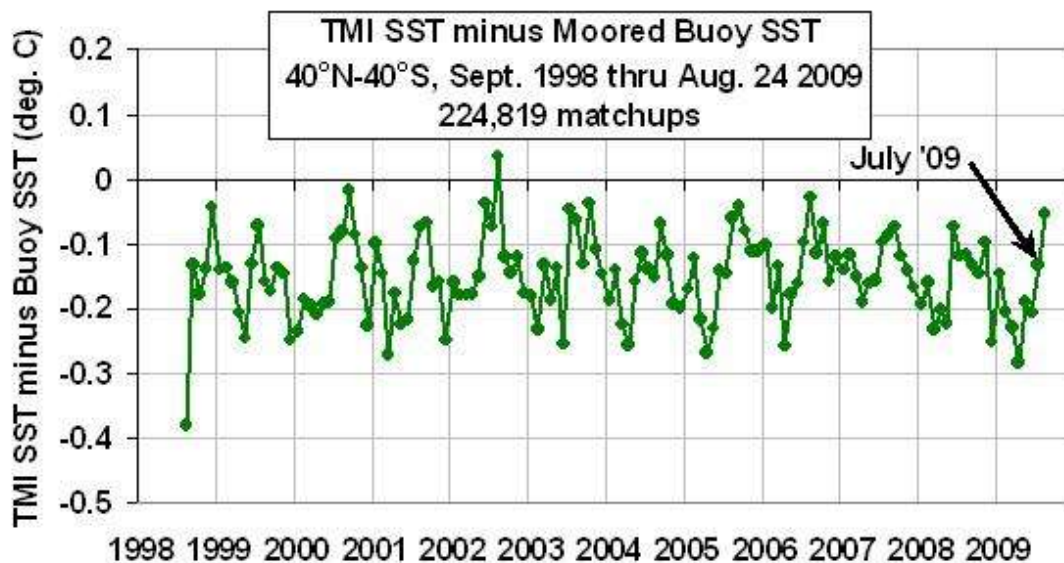
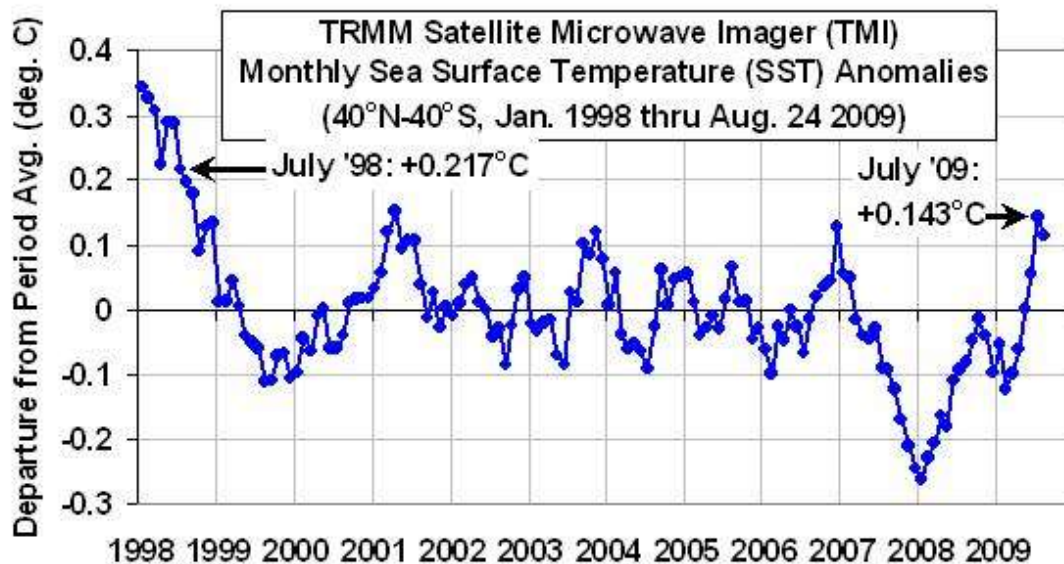
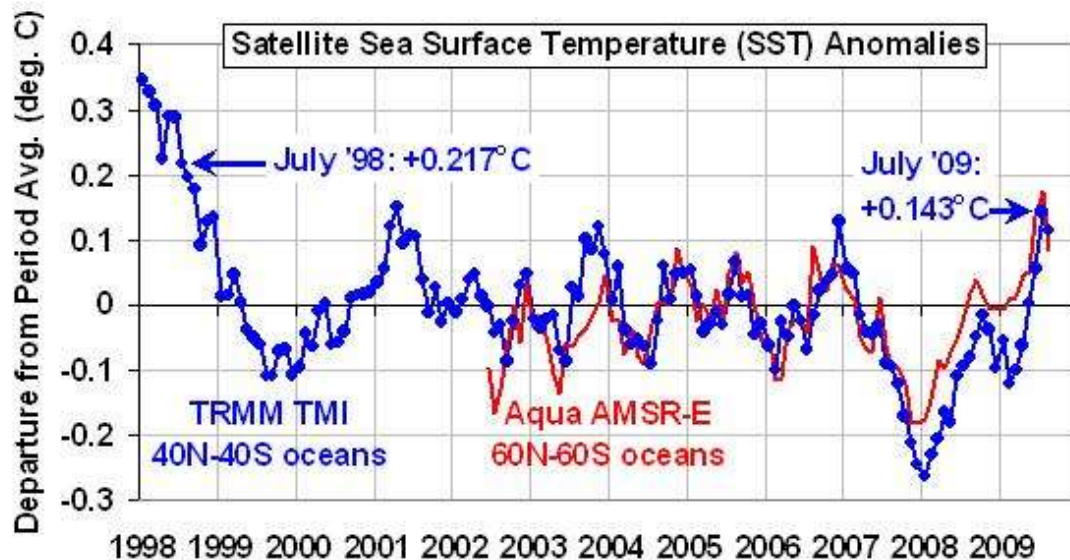
Hurricanes
Bonnie & Danielle
(1998)



From Wentz et al., "Satellite Measurements of Sea Surface Temperature Through Clouds," *Science*, vol. 288, pp. 847-850, May 2000.

SST – dados combinados/merged



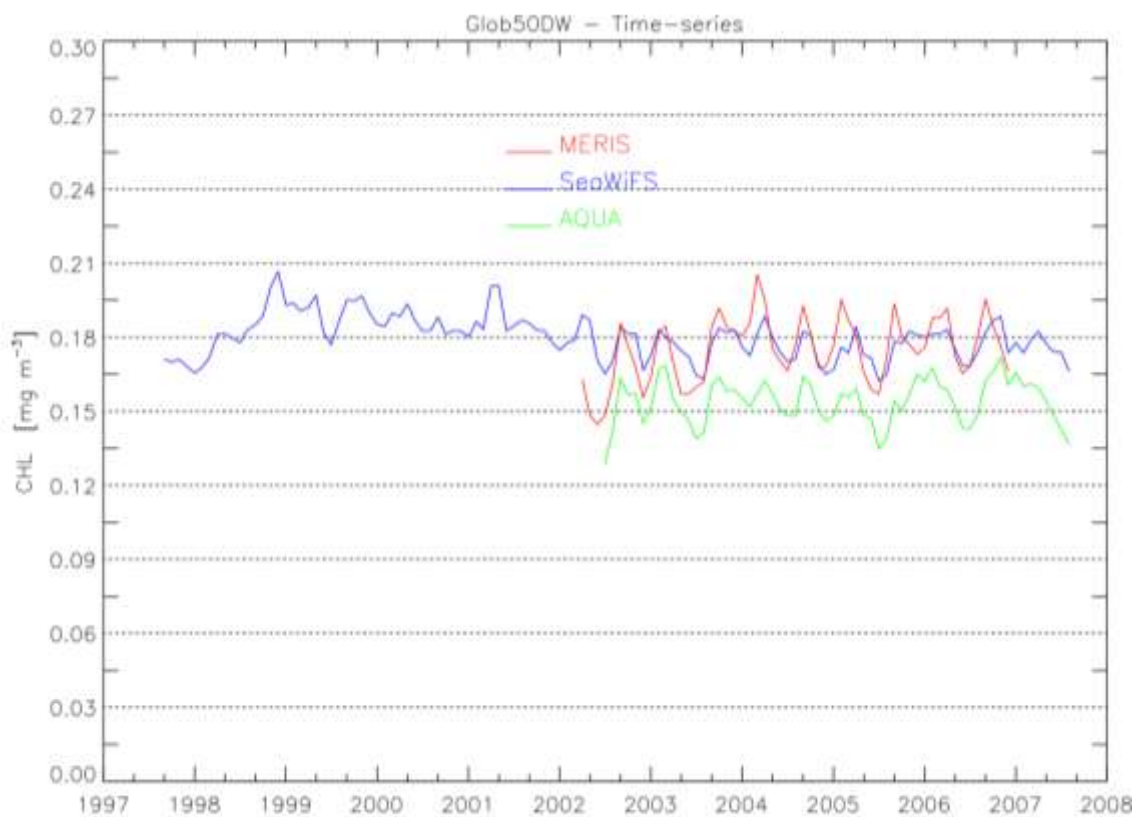


Séries temporelles

Ocean Color time-series (Level-3)

Source	Products	Spatial resolution	Temporal resolution	Time period
ESA GlobCOLOUR	CHL1 (2) TSM CDM BBP K490 nLw(λ) EL555	4.5 km 1/4°	Daily 8-Day Monthly	Sep. 1997 – Present (SeaWiFS)
SeaWiFS MODIS-AQUA MERIS	AOT Cloud Fraction (+ uncertainties for some) Merged	1°		Jul. 2002 – Present (Merged)

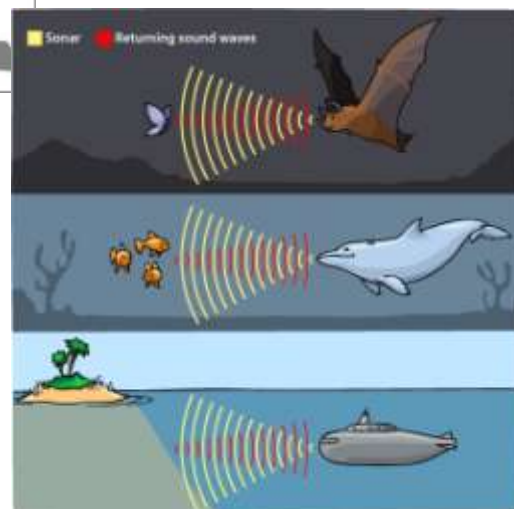
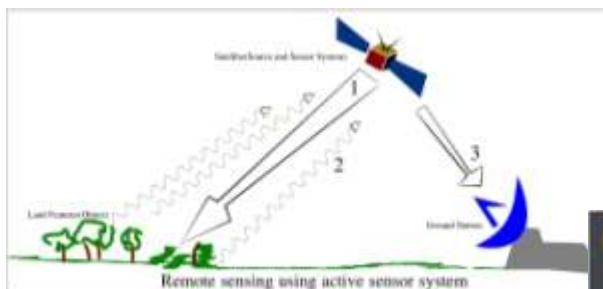
<http://www.globcolour.info/index.html>

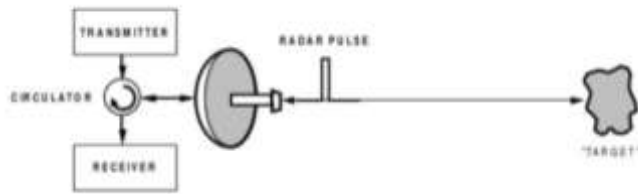


Séries temporais – SST

Time-Series	Data	Spatial Resolution	Temporal resolution	Time period
GHRSSST	L2P L4	1/4 degree - 6km	Daily	1985 - Present
MODIS	Thermal IR Mid-IR	4.5 km – 9 km	Daily 8-Day Monthly Annual	Feb. 2000 – Present (T) Jul. 2002 – Present (A)
AVHRR Pathfinder	v5	4 km	Daily 5 Day 7 Day 8 Day Monthly Annual	1985 - 2006
AVHRR MCSST	NAVOCEANO Miami	2 km – 18 km	Weekly Swath	Nov. 1981 – Feb. 2001 Aug. 2001 – Oct. 2005 Aug. 2001 - Present
GOES (Regional)		6 km	Hourly	May 2003 - Present
NCEP Reynolds	OI – MCSST In Situ	2 degrees	Weekly Monthly	1981 - Present

Sensores ativos





<http://www.slideshare.net/MSingihPulukadang/radarppt>

Pulso de radar emitido → viaja à velocidade da luz → é reflectido
 ⇒ o tempo decorrido permite calcular a distância para o objecto

Para melhorar a resolução usa-se modulação do sinal (*chirps*)

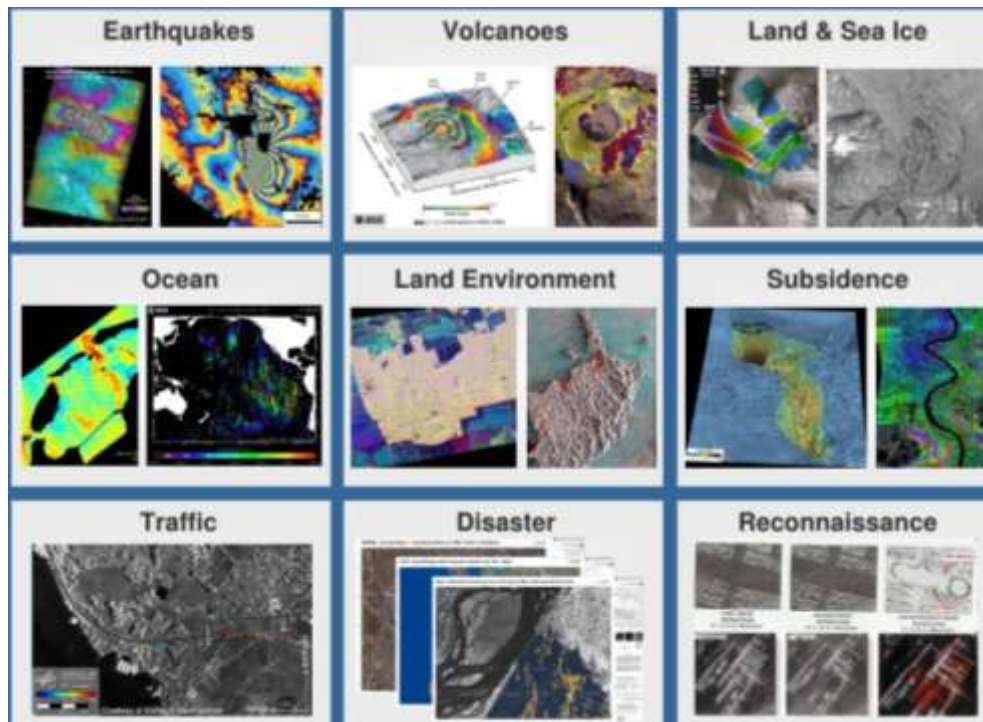
Vantagens

- Independentes da meteorologia: radiação de micro-ondas artificial penetra nuvens, chuva (leve) e neve
 - Independentes da luz solar: operam de dia e de noite
 - Radar penetra vegetação e solo: informação sobre camadas superficiais (mm a m)
 - Informação sobre humidade no solo
- ⇒ Aplicações: oceanografia, hidrologia, geologia, glaciologia, agricultura, silvicultura ...

Desvantagens

- A potência do pulso é geralmente baixa e o pulso pode ser afectado interferência de outras fontes de radiação
- Sinais de radar não têm características espectrais

SAR – Synthetic Aperture Radar



<http://www.slideshare.net/grssiieee/we3l103?related=1>

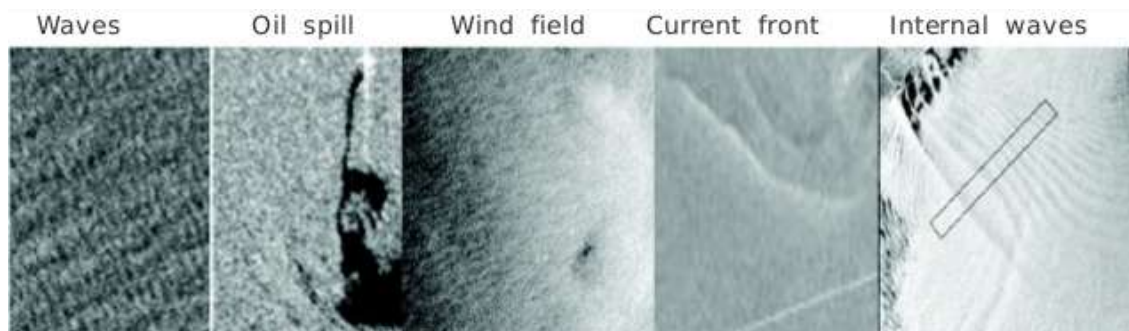


SAR

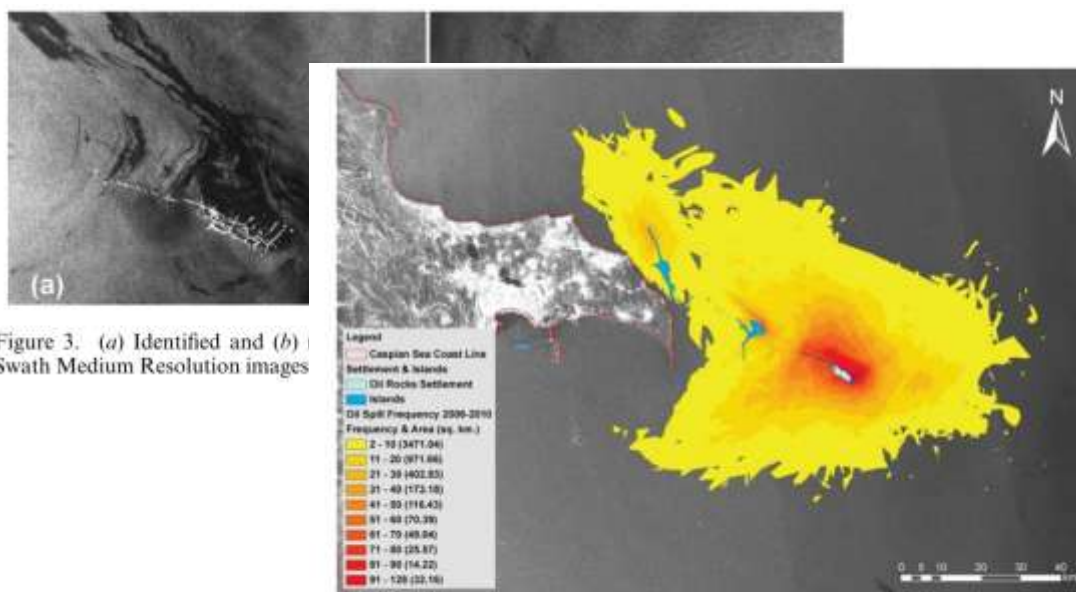
Imagens permitem análise de:

- *eddies* de escala pequena e média
- plumas de rios
- manchas de óleo
- camadas de gelo
- ...

IoE 184 - The Basics of Satellite Oceanography. 3. Remote Sensing of the Sea



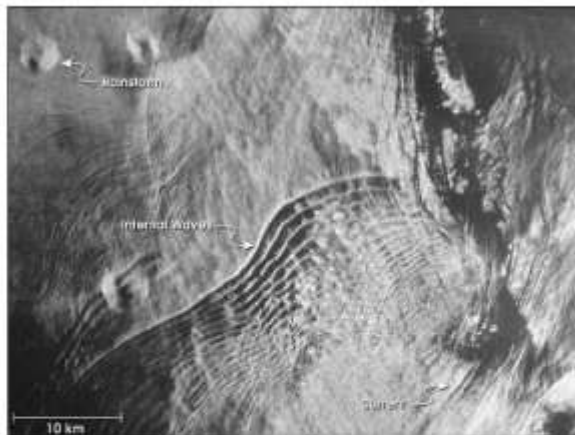
Derrames de óleo



Bayramov et al. 2015

Figure 9. Map of oil spill frequency around the Oil Rocks, Chilov and Pirallahi Islands in 2006–2010.

First Civilian SAR Satellite: Seasat



Launch	June 26, 1978	Wavelength	0,235 m
Altitude	~780 km	Bandwidth	19 MHz
Weight	2300 kg	Antenna	10,74 m x
Incident Angle	~ 23°	Size	2,16 m
Swath Width	100 km	Resolution	25 m x 25 m



Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

The Future of Spaceborne Synthetic Aperture Radar
ISAR/ISS 2010 - Special Session Honoring the Achievements of Ryoji Taniuchi



SEASAT

NASA/JPL (USA)
L-Band, 1978



ERS-1/2

European Space Agency (ESA)
C-Band,
1991-2000 & 1995-today



J-ERS-1

Japanese Space Agency (NASDA)
L-Band, 1992-1998



SIR-C/X-SAR

NASA/JPL, L- and C-Band (quad)
DLR / ASI, X-band
April and October 1994



RADARSAT-1

Canadian Space Agency (CSA)
C-Band, 1995-today



SRTM

NASA/JPL (C-Band), DLR (X-Band)
February 2000



ENVISAT / ASAR

European Space Agency (ESA)
C-Band (dual), 2002-today



ALOS / PALSAR

Japanese Space Agency (JAXA)
L-Band (quad), 2005



SAR Lupe

BWB Germany
X-Band, 2006



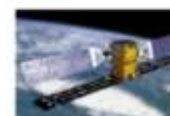
CosmoSkymed

ASI / Alenia
X-Band (dual), 2007



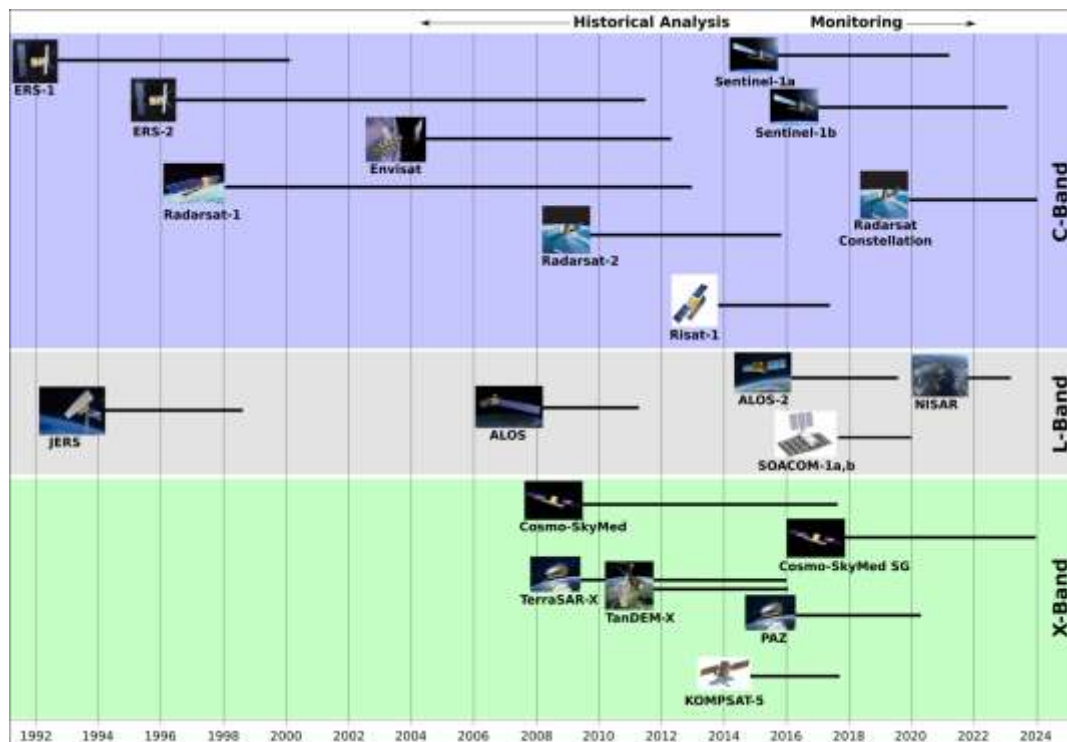
TerraSAR-X

German Aerospace Center (DLR) / Astrium
X-Band (quad), 2007

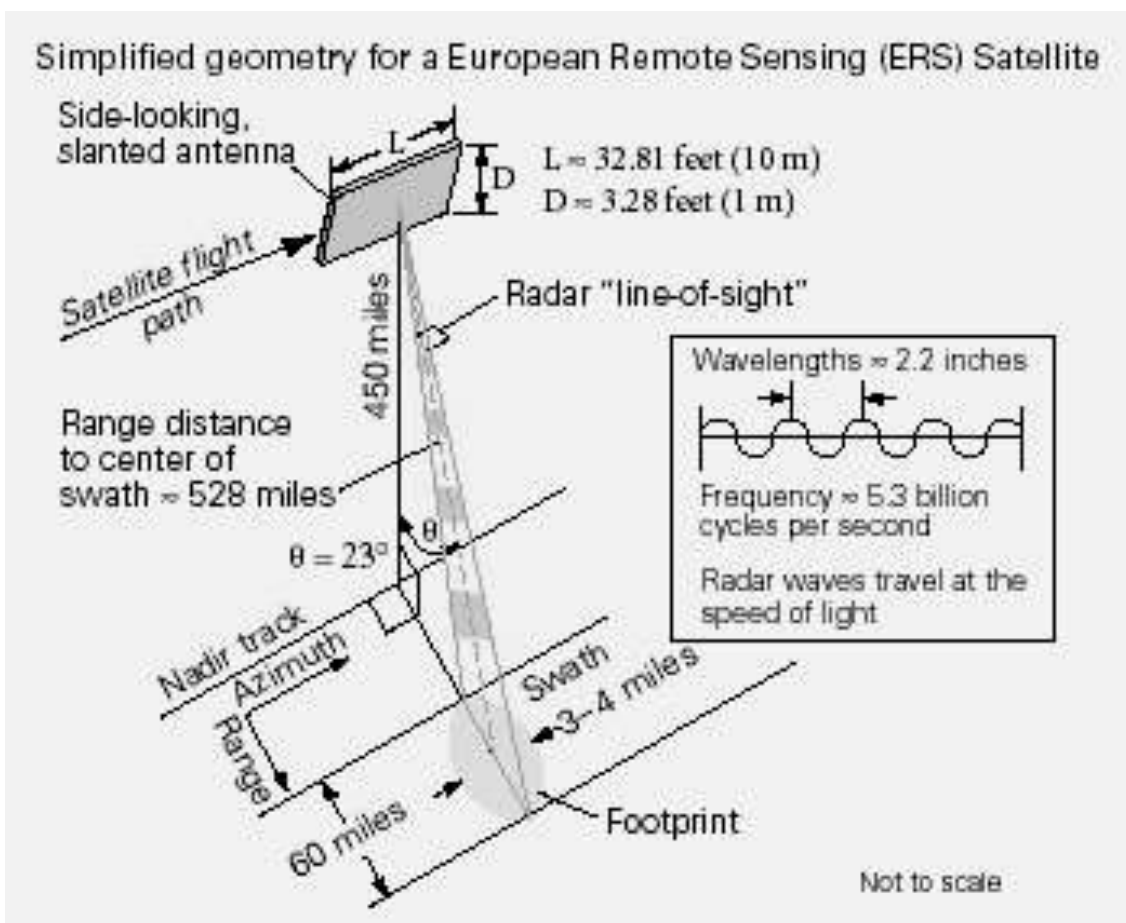


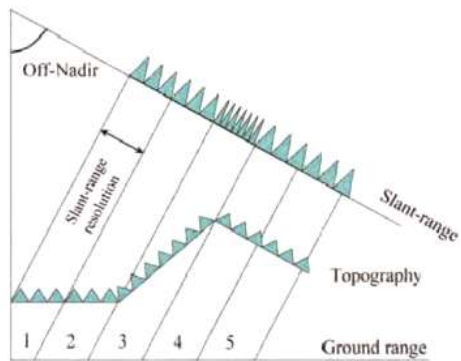
RADARSAT-2

Canadian Space Agency (CSA)
C-Band (quad), 2007



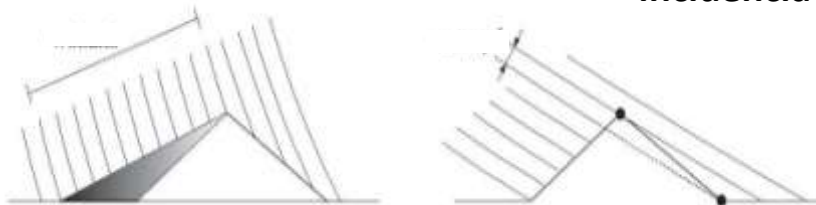
<https://winsar.unavco.org/portal/wiki/Satellite%20Information/>



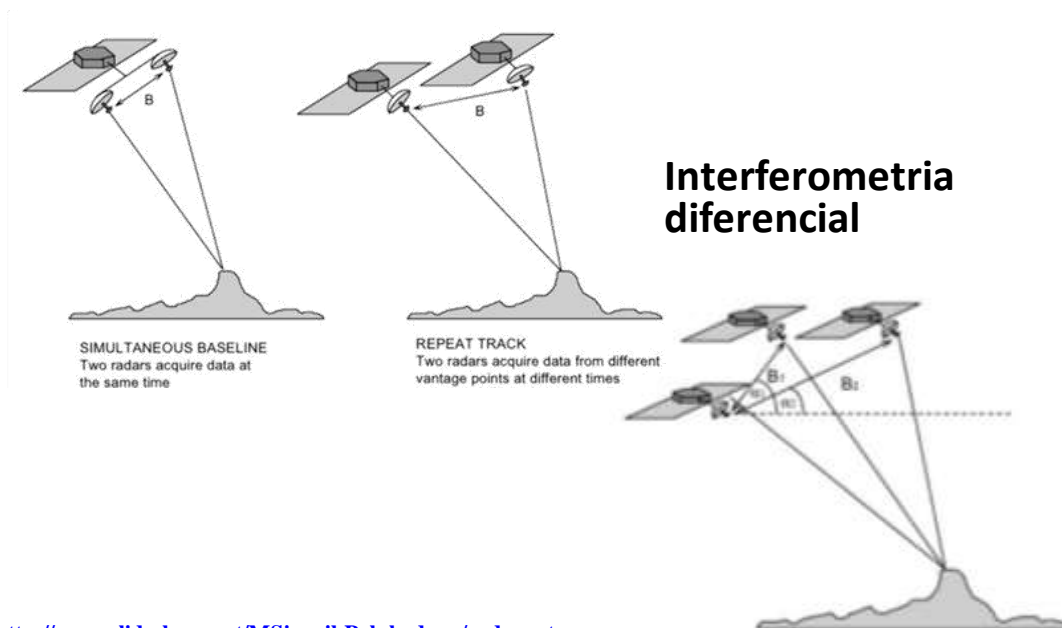


Efeito do terreno

Efeito do ângulo de incidência



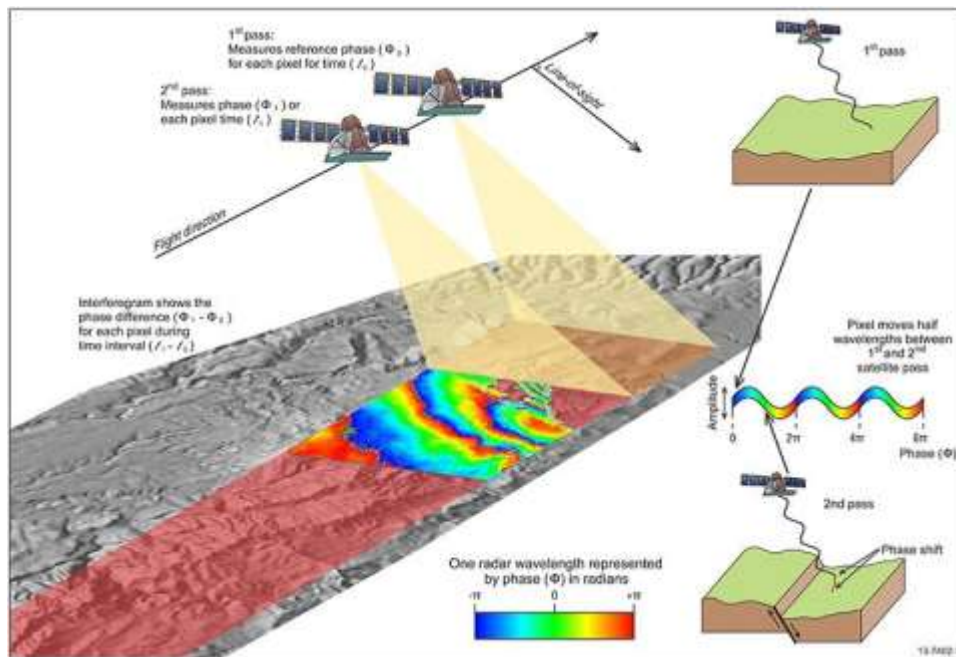
Interferometria



**Interferometria
diferencial**

<http://www.slideshare.net/MSingihPulukadang/radarppt>

Interferometria

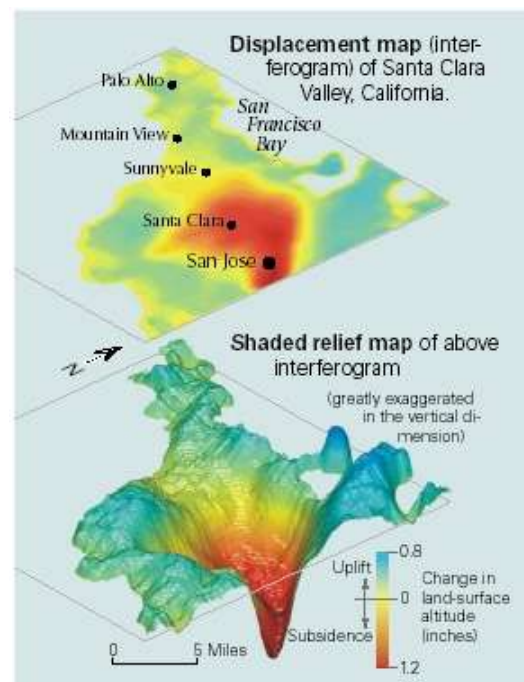


Interferometria

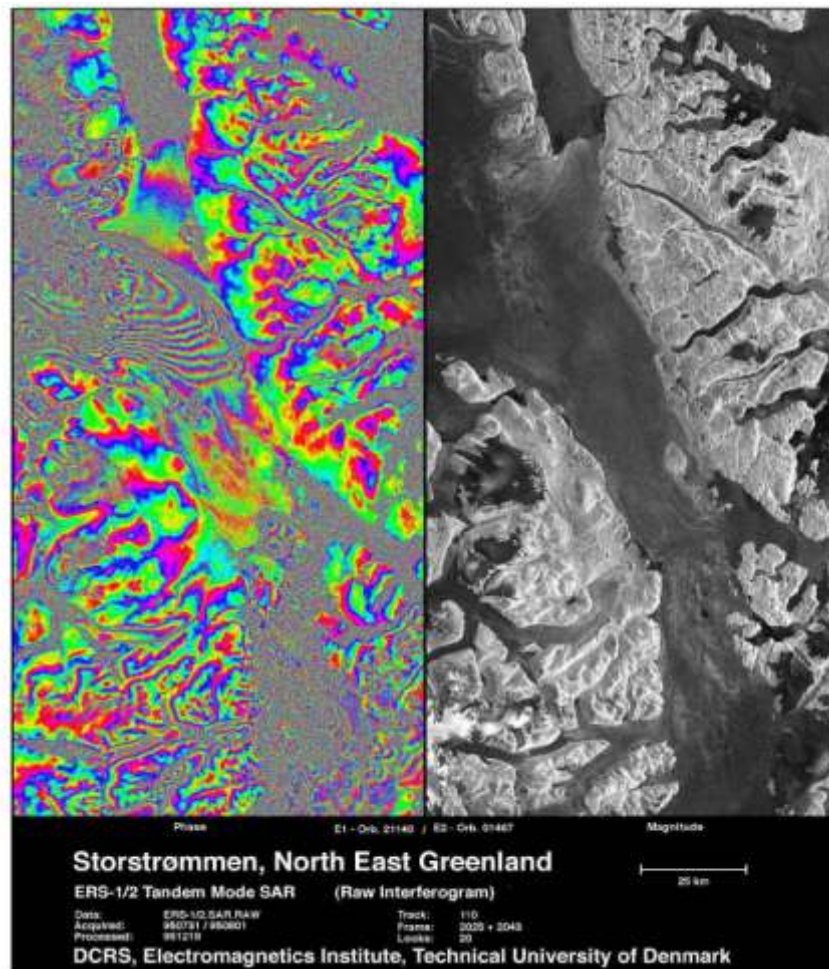
Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR)

Ferramenta nova para monitorizar deformações da crosta terrestre

Interferograma do Santa Clara Valley
Padrões de subsidência e (alguma) elevação num período de 7 meses em 1997 devidos a extração de água freática



ESA, ERS



Interferometria

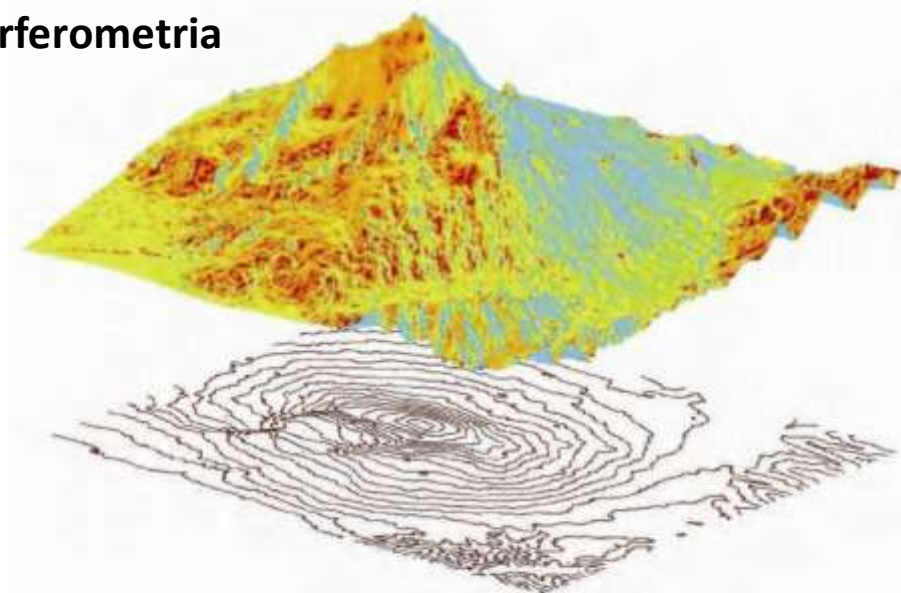


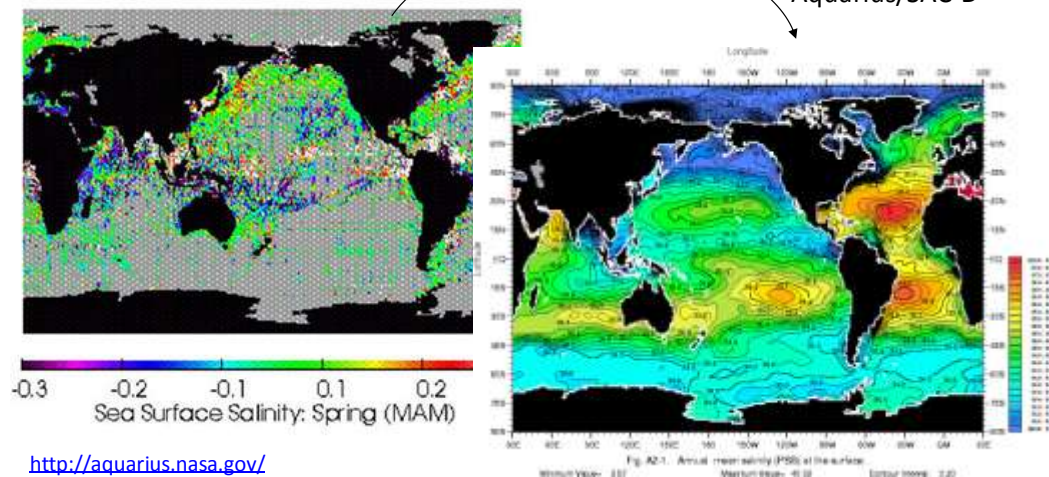
Figure 2-6: Perspective view of Mount Etna as seen from the Northeast. The DEM of Mount Etna has been generated by unwrapping and re-sampling the flattened interferogram of Figure 2-5. The estimated vertical accuracy is better than 10 metres. Contour lines are shown below the DEM.

C.C.Tscherning, Nov. 2007

1 – 2 GHz (L band)

Salinidade do mar

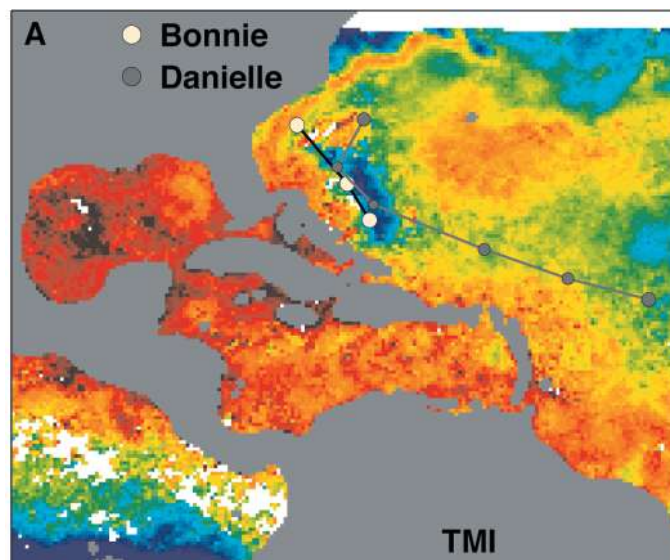
& Humidade do solo (através da vegetação)



4 – 12 GHz (C and X bands)

SST

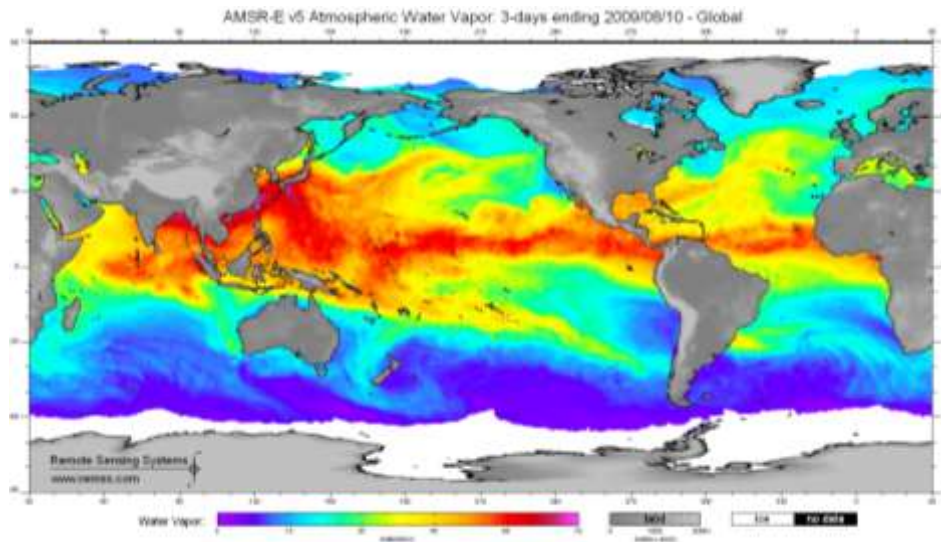
& Humidade do solo (com pouca vegetação)



Wentz, FJ, Cl Gentemann, DK Smith and others, 2000, [Satellite measurements of sea surface temperature through clouds](#), *Science*, 288, 847-850.

12 – 26 GHz (Ku and K bands)

Oceano: neve, gelo, precipitação, nuvens, ventos
& Vapor de água

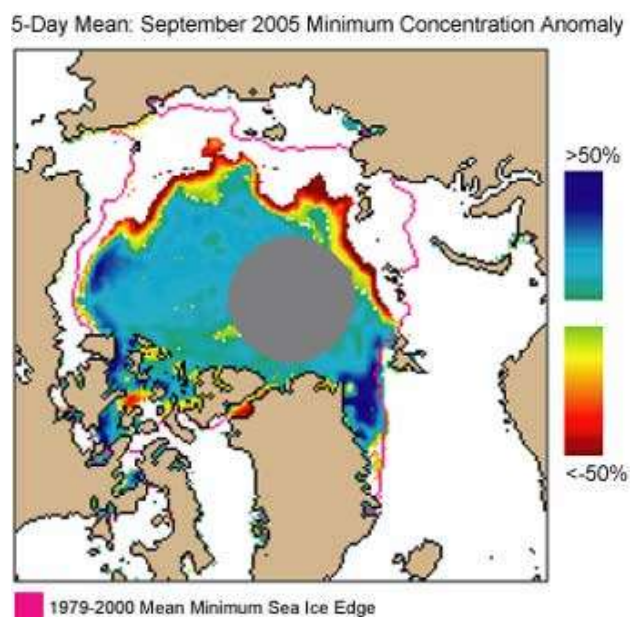


26 – 40 GHz (Ka band)

Oceano: neve, gelo, precipitação, nuvens, ventos

Setembro 2005
Recorde de cobertura mínima de gelo no ártico
Special Sensor Microwave/Imager (SSM/I)
(Courtesy NSIDC)

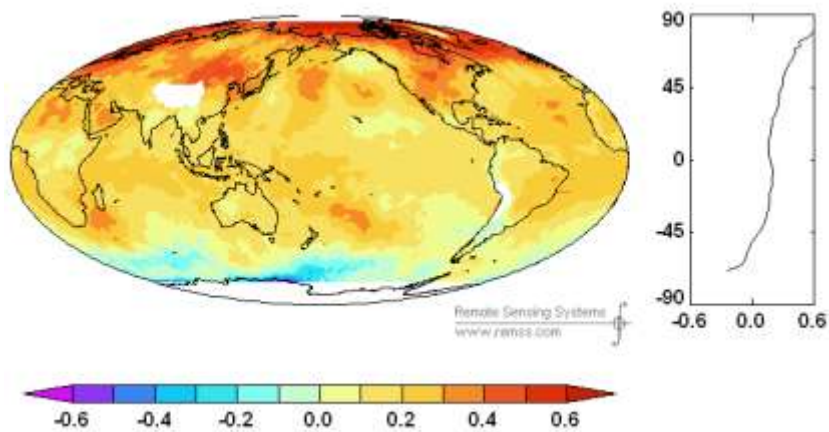
http://nasadaacs.eos.nasa.gov/articles/2006/2006_seaice.html



50 – 60 GHz (V band)

Temperatura atmosférica

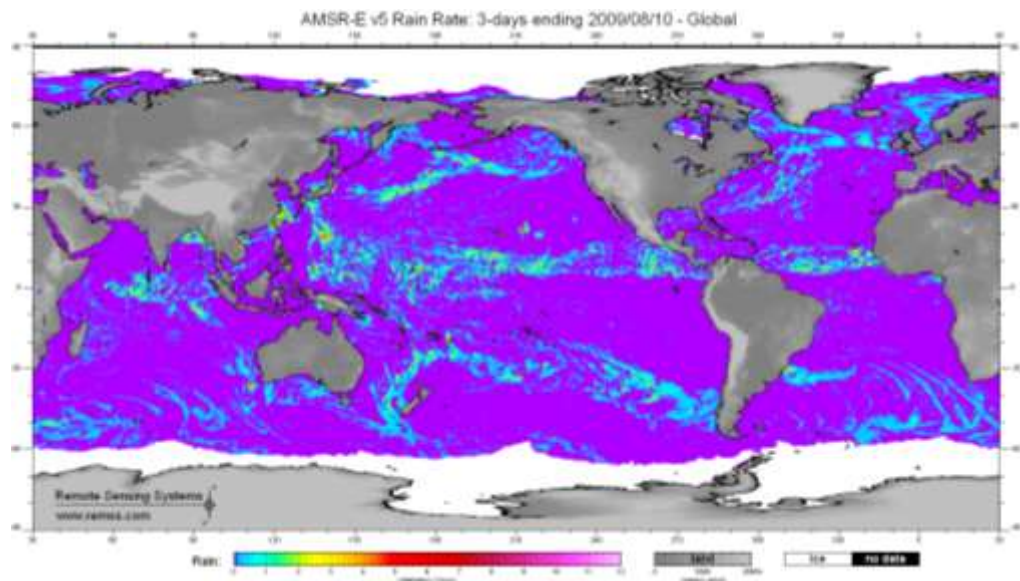
Color coded map of decadal trends in lower troposphere temperature using MSU/AMSU channel TLT:



Degrees Centigrade per Decade: 1979 - 2007 (29 Years)

75 – 110 GHz (W band)

Oceano: neve, gelo, precipitação, nuvens,
temperatura atmosférica



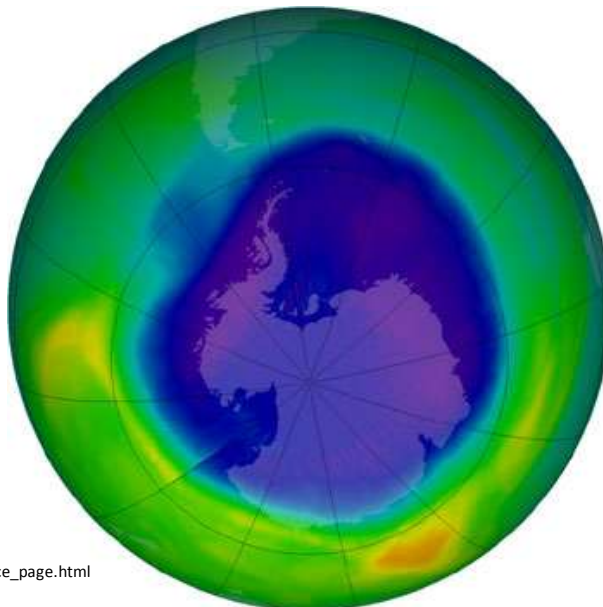
110 GHz – 3 THz

Precipitação, nuvens, vapor de água, química atmosférica

Ozono sobre a Antártida
Setembro 2013
O buraco atingiu o seu máximo
com ~25 mio km²

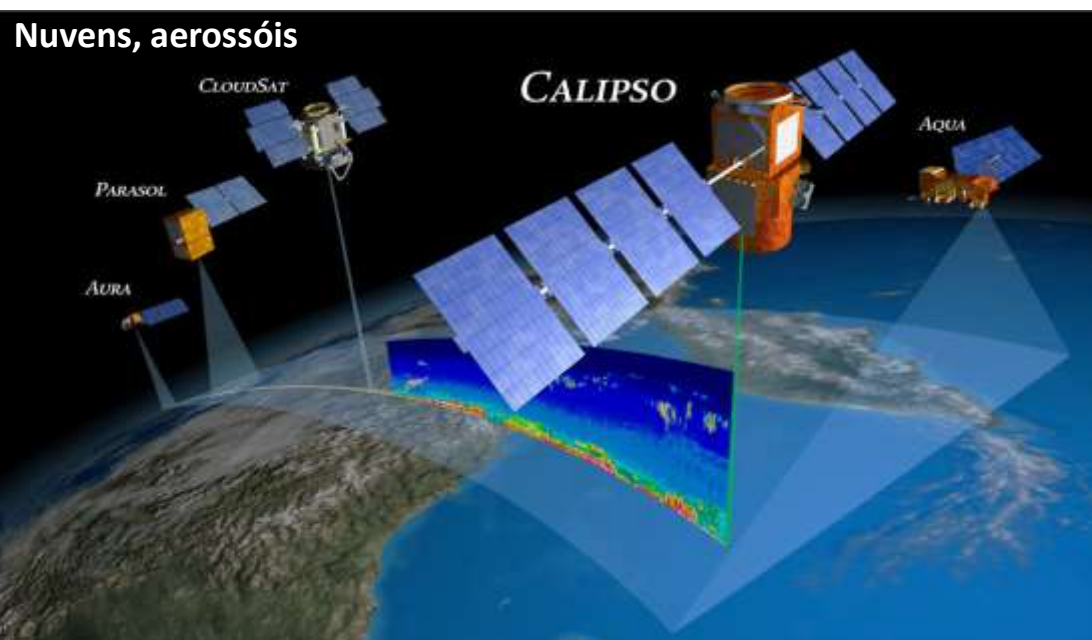
N.B. Em 1970 ainda não existia!

Satélite AURA, NASA



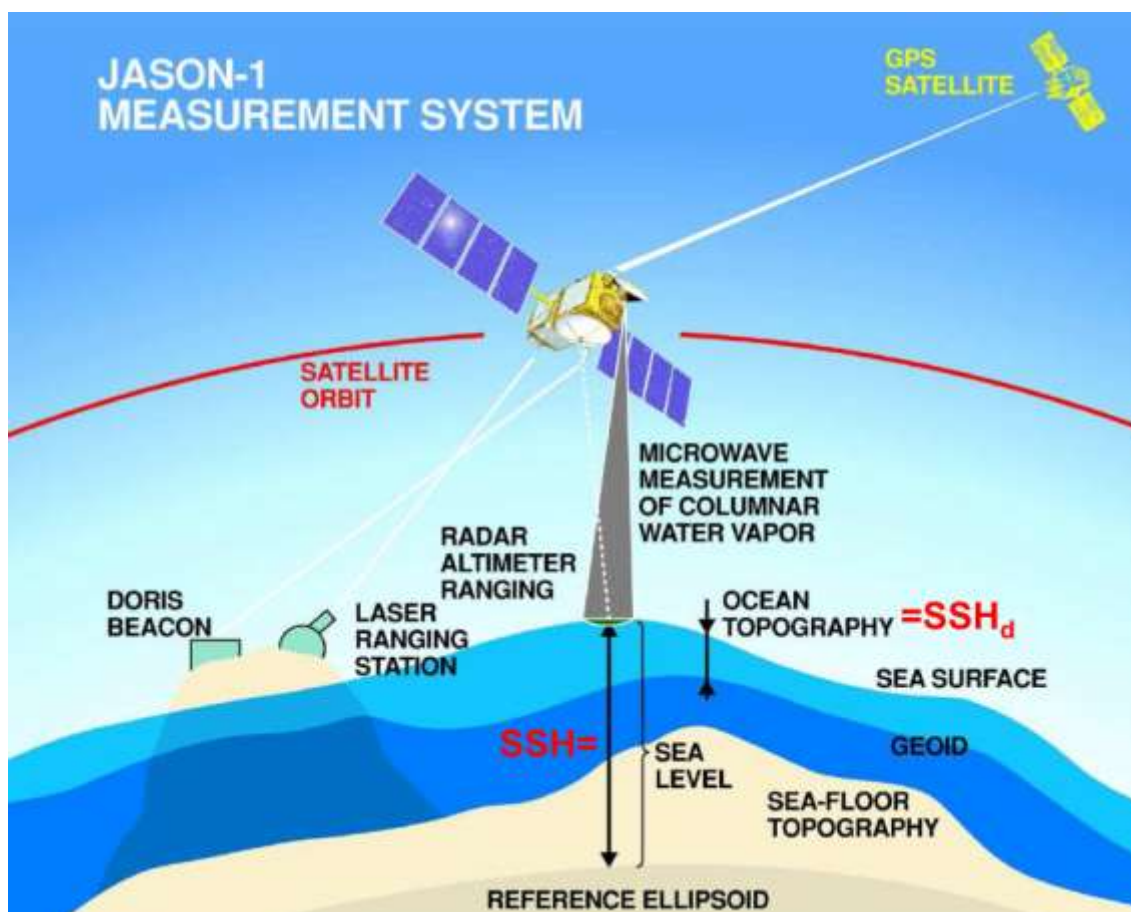
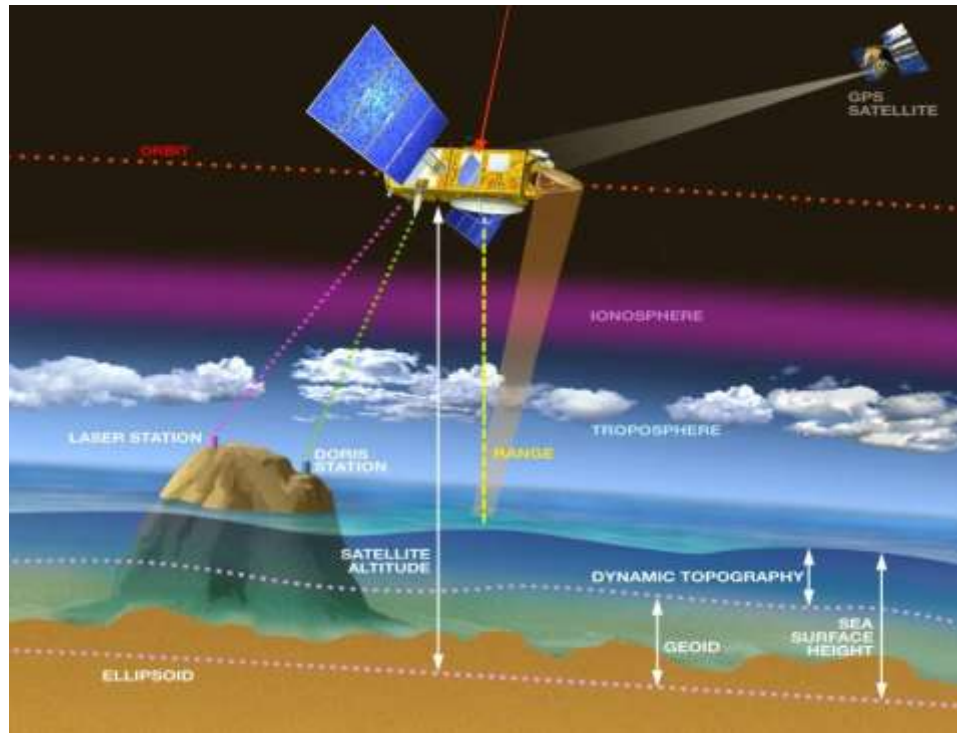
http://www.nasa.gov/vision/earth/environment/ozone_resource_page.html

LiDAR 10 μm a UV



Constelação do tipo *A-Train* de satélites, o instrumento LiDAR do CALIPSO efetua medições de perfis verticais de nuvens e aerossóis (NASA Langley Research Center)

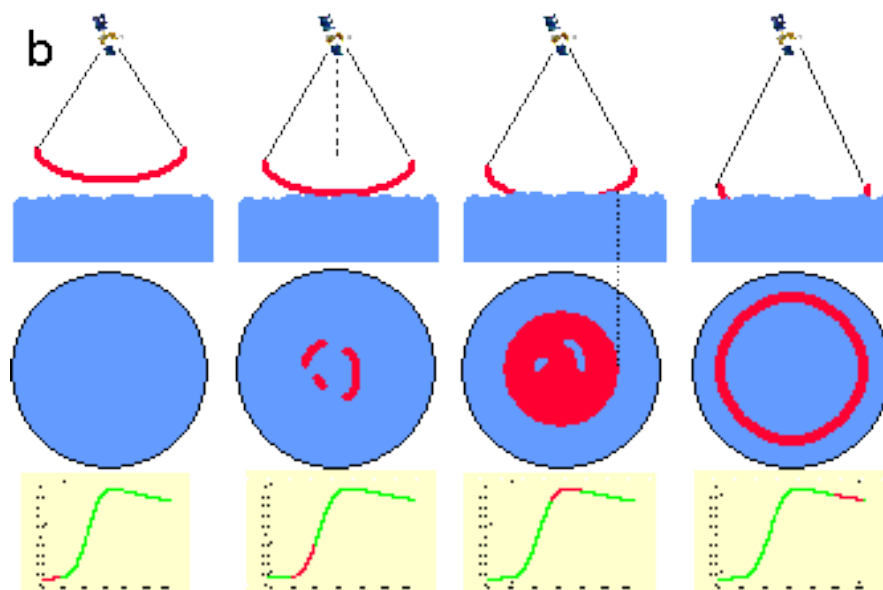
Altimetria



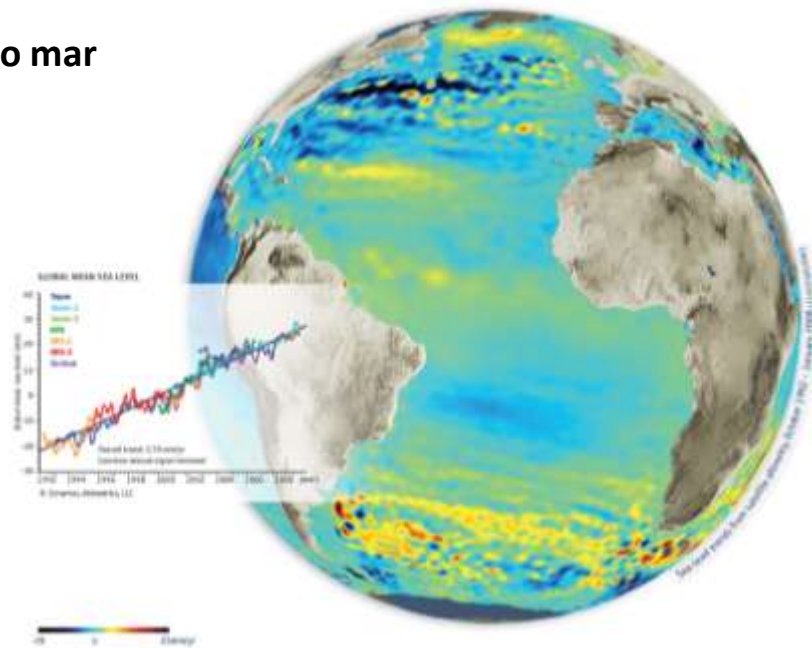
Aplicações:

- Altimetria da superfície do mar (sea Surface Height – SSH)
- Altura significativa das ondas
 - Estimada a partir da inclinação da frente da onda
- Velocidade do vento
 - Estimada a partir da rugosidade atribuída ao efeito do vento
- Características de gelo/terra/lagos ...
 - Estimadas a partir da diferença de altitudes das diferentes estruturas/áreas

Altimetria é obtida a partir do sinal reflectido e recebido

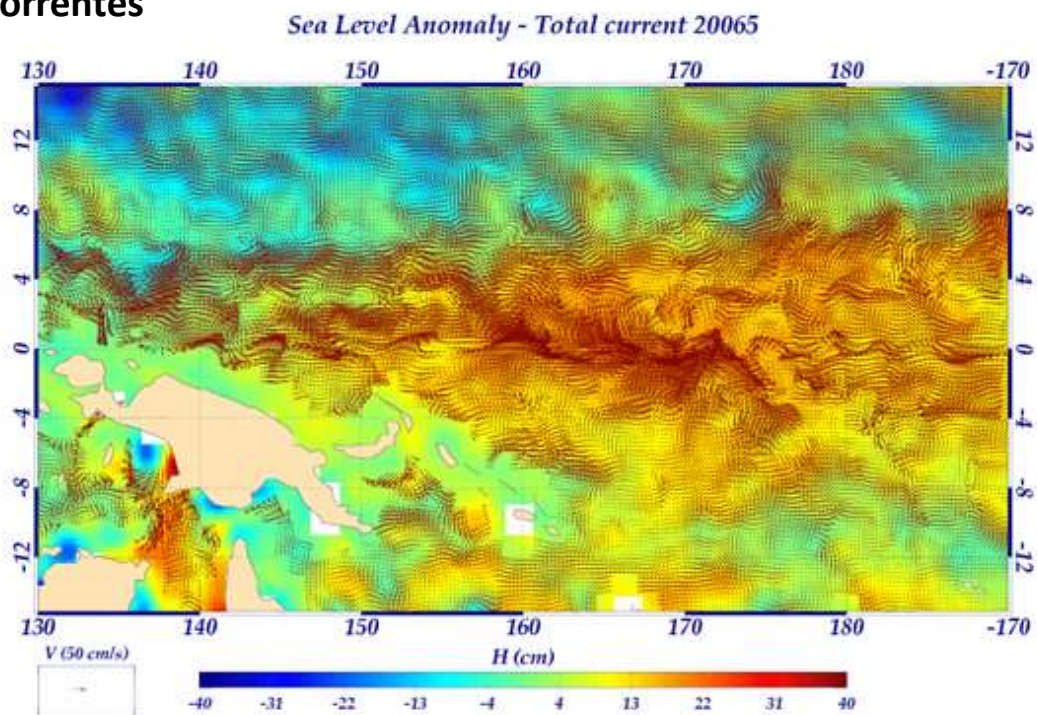


Nível do mar



Sea-level trends from satellite altimetry, October 1992 - January 2008. Change in sea-surface height is considered to be a primary indicator of global climate change
Released 04/12/2009 2:24 pm, Copyright CLS, LEGOS, CNES

Correntes



Ondas & vento

Radar Scatterometry

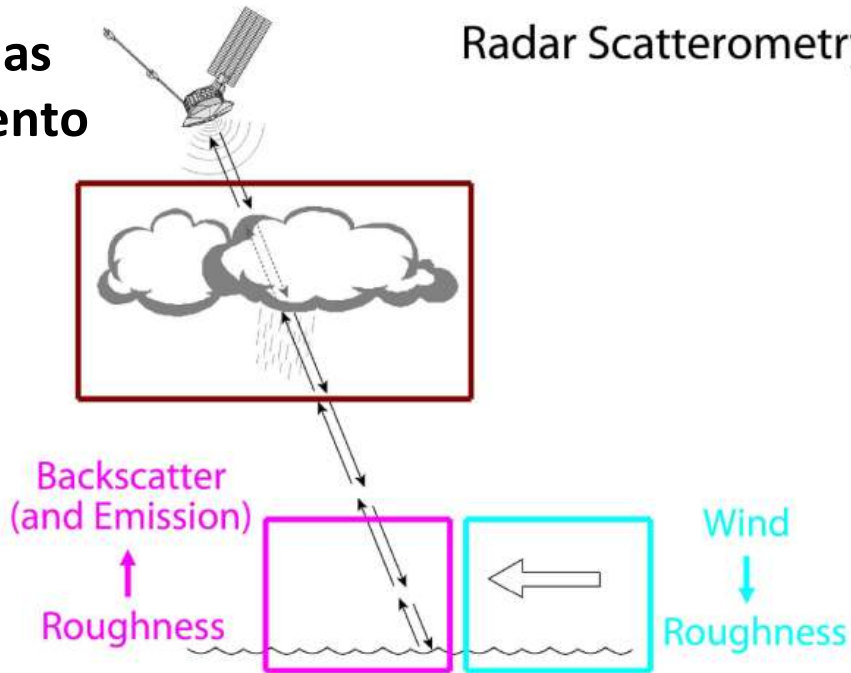
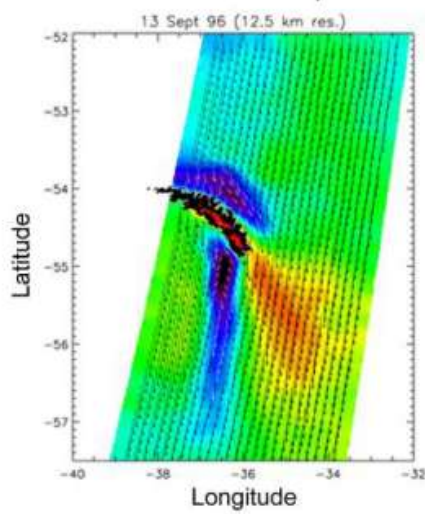
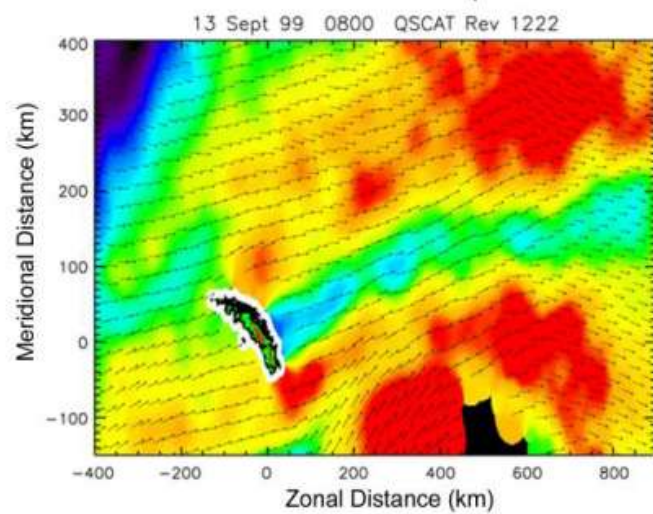


Figure courtesy of M. Freilich

NSCAT Example



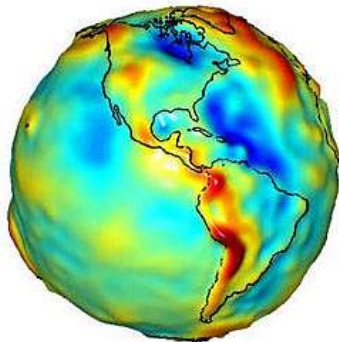
QuikSCAT Example



Outros

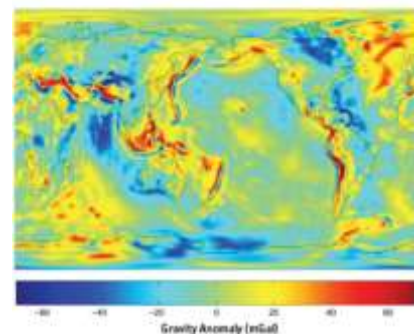
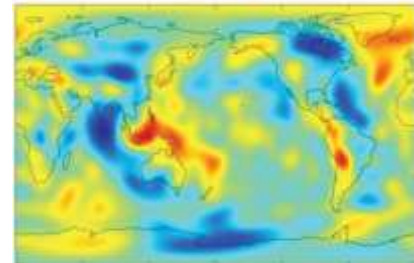
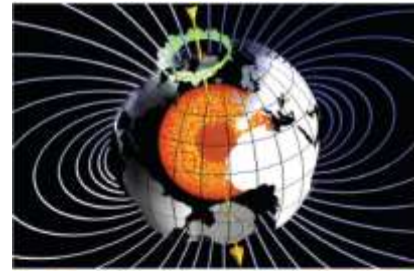
Campo gravitacional-magnético

- baseada nas diferenças de distância entre dois satélites, provocadas por diferenças de gravidade/atração



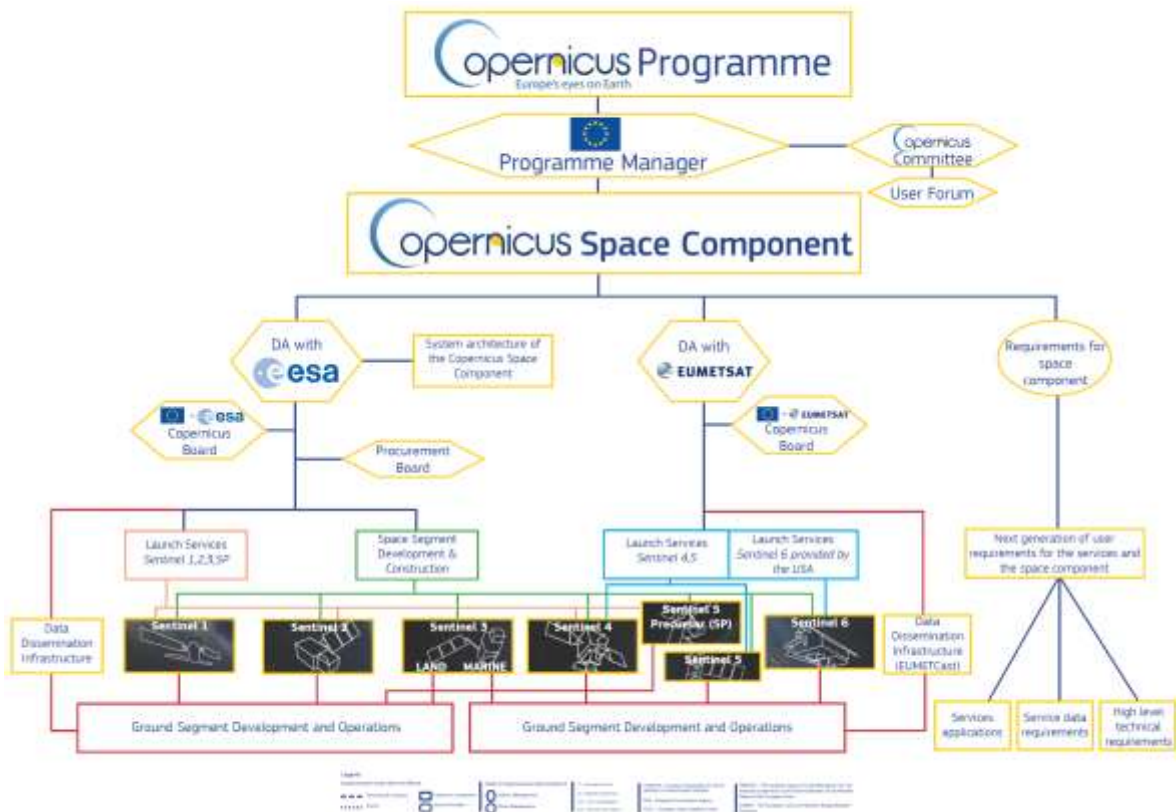
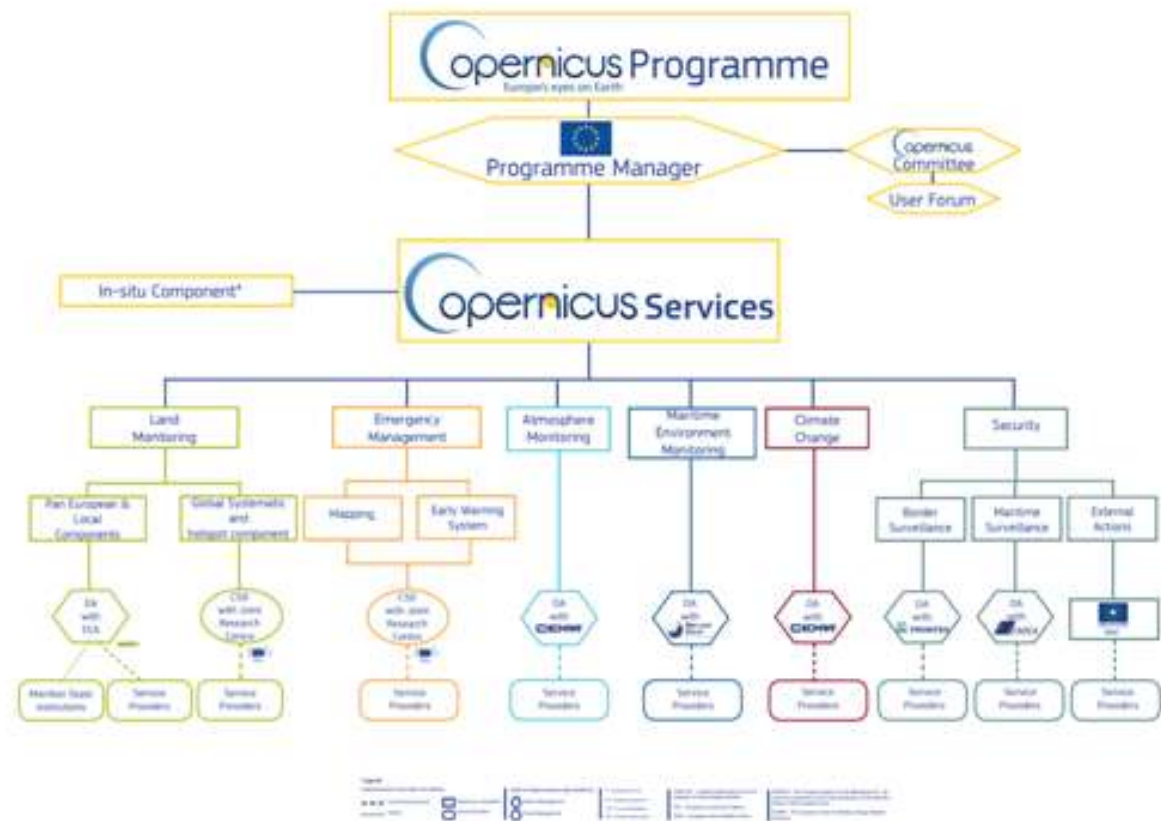
LAGEOS, CHAMP, GRACE and GOCE all provide new insights into Earth's gravity field.

http://www.eohandbook.com/eohb2009/earth_gravity.html



Instrument type	Ocean parameter measured	Instrument name	Satellite
Spectroradiometer	-Chlorophyll content -Organic and mineral content -Sea surface temperature -Sea Ice Cover	MODIS MERIS	Aqua (NASA, USA) Envisat (ESA, Europe)
Infrared radiometer	-Sea surface temperature (SST)	AVHRR AATSR MODIS SEVIRI GOES	(NOAA, USA) + METOP (Eumetsat, Europe) Envisat (ESA, Europe) Aqua, Terra (NASA, USA) MeteoSat (Eumetsat, Europe) (NOAA, USA) DMSP (NASA, USA)
Microwave radiometer	-Atmospheric water vapor content -Atmospheric water liquid content (cloud) -Rain rates -Sea-ice concentration, type, extent -SST -Salinity	SSM/I TMI AMSR-E MWR JMR, AMR	DMSP (NASA, USA) TRMM (NASA, USA) Aqua (NASA, USA) + (developed by JAXA, Japan) Envisat (ESA, Europe) Jason-1, Jason-2 (CNES, France + NASA, USA)
Altimeter	-Sea surface height -Ocean surface wind speed -Wave height -Sea ice	Poseidon-2 RA-2 Poseidon-3	Jason-1 (CNES, France + NASA, USA) Envisat (ESA, Europe) Jason-2 (CNES, France + NASA, NOAA, USA + Eumetsat, Europe)
Scatterometer	-Wind speed and heading (10 m above ocean surface) -Rain -Sea ice concentration	ASCAT	Metop (Eumetsat, Europe)
Synthetic Aperture Radar (SAR)	-Wind -Surface wave field -Sea ice monitoring		RadarSat-1, RadarSat-2, Canada Envisat, Europe

1.5 Programa Copernicus



Copernicus – satélites

6 constelações de **Sentinels** irão fornecer observações para o programa Copernicus (Sentinel 1 a 6)

Sentinel-1

Sentinel-1: radar, observações da terra e do mar, independentes da meteorologia, dia e noite

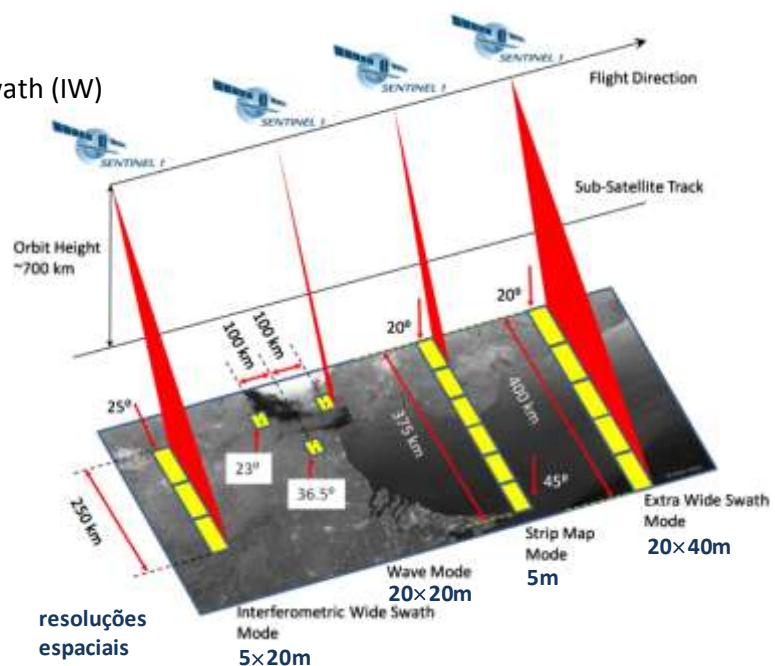
Sentinel-1A lançado 3 de Abril 2014

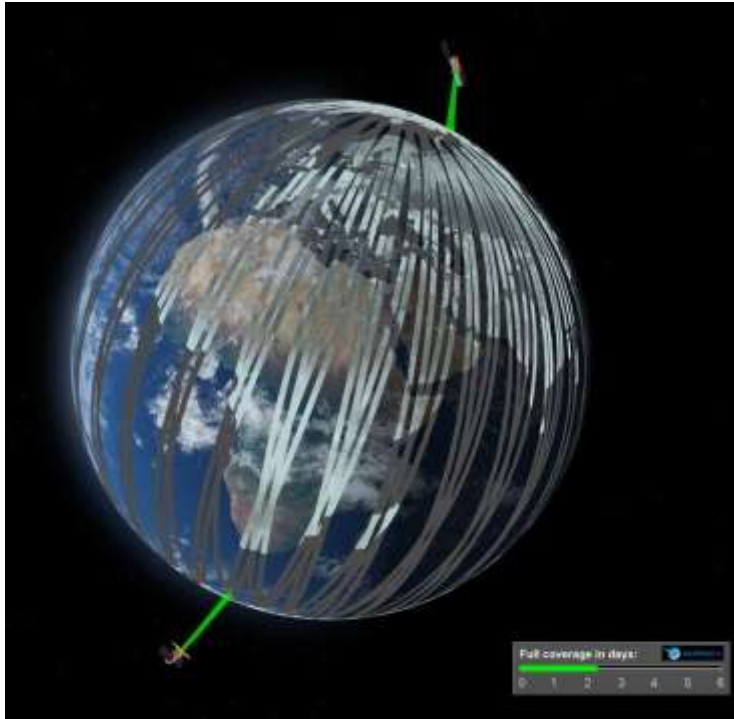
Sentinel-1B planeado para 2015



Instrumento C-SAR que opera em 4 modos

- Stripmap (SM)
- Interferometric Wide swath (IW)
- Extra-Wide swath (EW)
- Wave mode (WV).





Constelação Sentinel-1 (ESA)

Missão com 2 satélites
Órbitas a 180° uma da outra
Observação global
Revisitam mesmo local de 6
em 6 dias

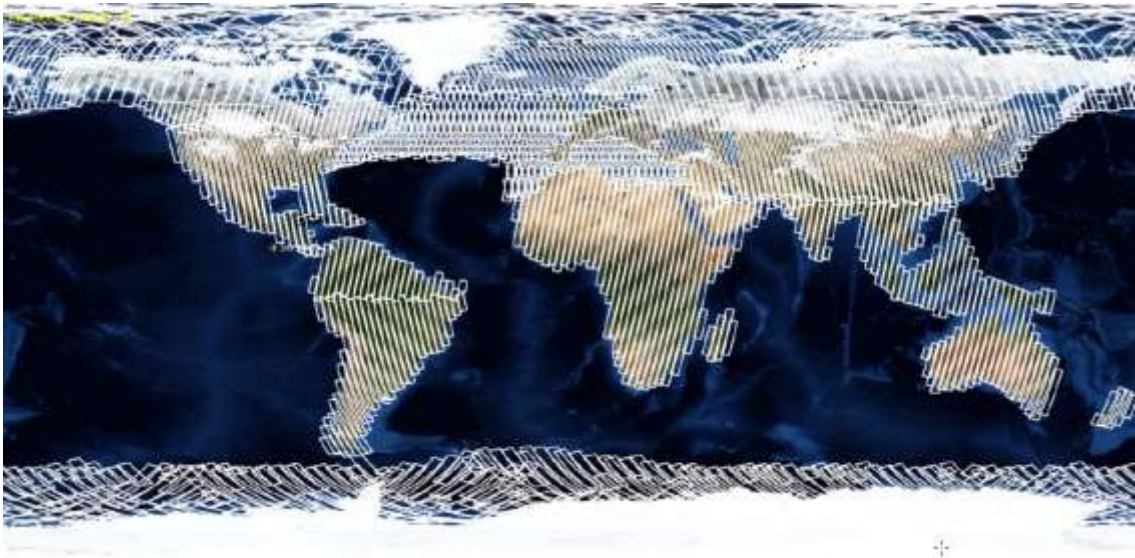
Radar avançado

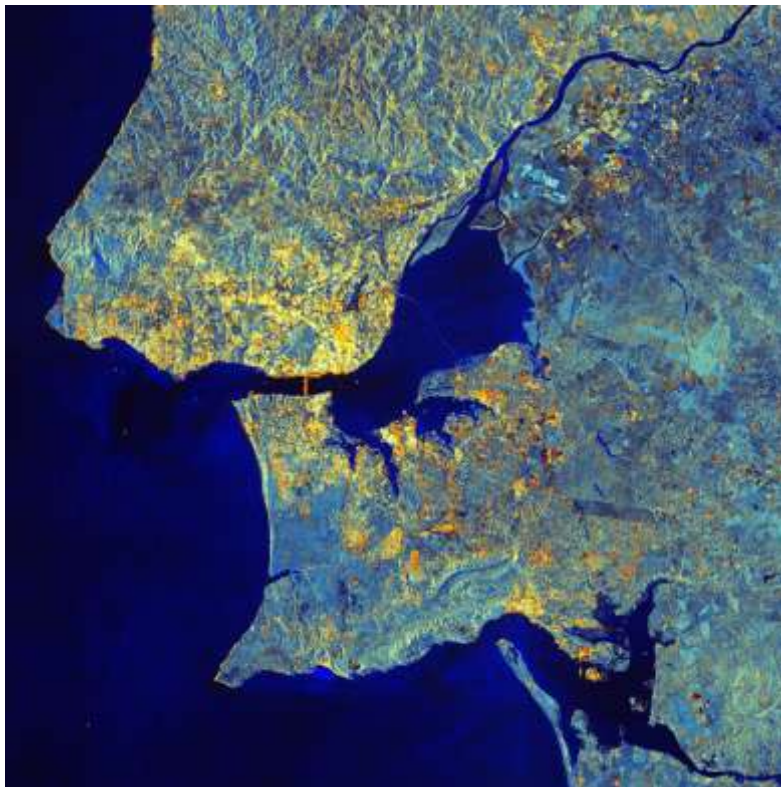
⇒ Gelo polar

Movimentos de
subsistência

Resposta rápida a
desastres naturais (e.g.
Inundações,
terramotos)

Cobertura





Sentinel-1A
8 Outubro 2014

Área metropolitana
de Lisboa

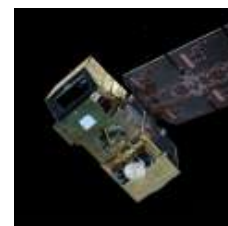
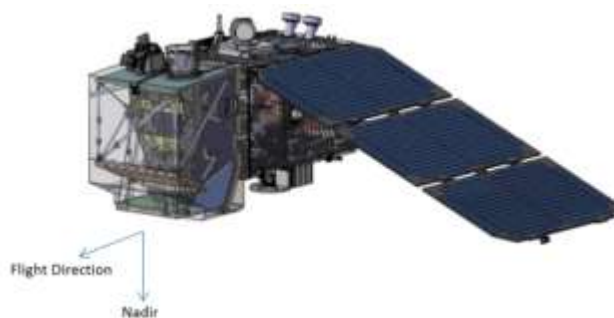
Sentinel-2

Sentinel-2: imagens ópticas de alta resolução, focado na parte terrestre;
vegetação, corpos de água, áreas costeiras, serviços de emergência

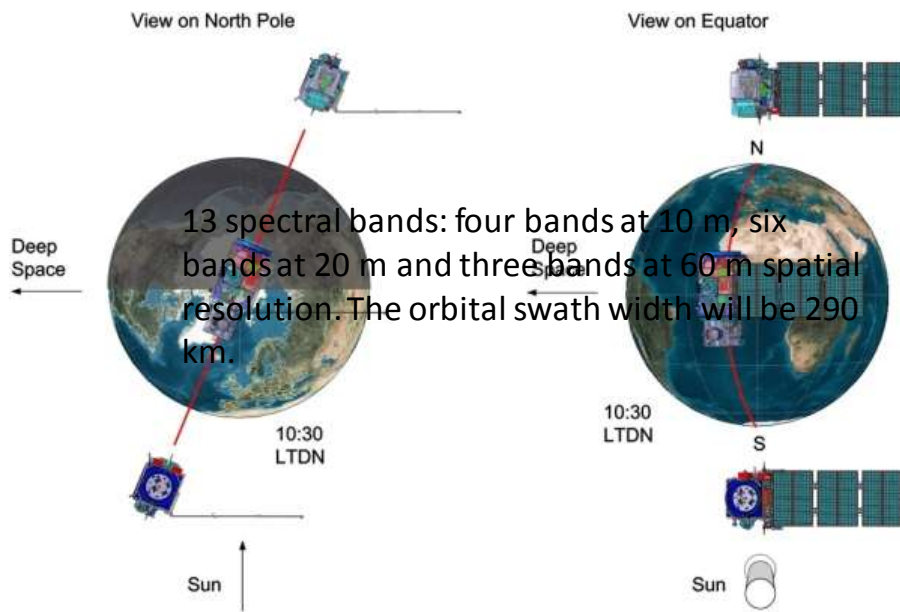
Sentinel-2A lançado 23 de Junho 2015

Sentinel- 2B planeado para 2016

Junto terão resolução temporal de 5 dias



Instrumento multi-espectral
com bandas de luz visível,
próximo do IV (Near-Infra-Red,
VNIR), IV de onda curta (Short
Wave Infra-Red, SWIR)
13 bandas: 4 com res. 10 m, 6
de 20 m, 3 de 60 m



13 spectral bands: four bands at 10 m, six bands at 20 m and three bands at 60 m spatial resolution. The orbital swath width will be 290 km.

Olhando para o polo N

para o equador



Sentinel-2A
27 Junho 2015
(4 dias após lançamento)
NW-Itália e S-França
Resolução espacial 10m

N.B. Padrão de riscas no mar devido ao posicionamento dos detectores (cada um aponta numa direcção ligeiramente diferente)
⇒ mede reflectância diferente)
Está em fase de calibração (demora ~3 meses)

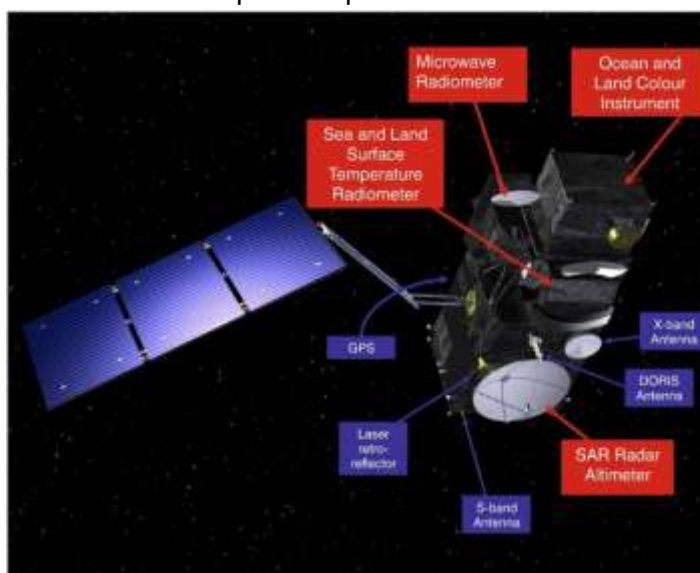


Sentinel-2A, 27 Junho 2015, S-França (Nice airport a Menton); imagem de cor falsa processada incluindo o canal de alta-resolução de infravermelhos

Sentinel-3

Sentinel-3: observações de alta resolução ópticas, de radar e de altimetria; terra e mar; mede cor, temperatura, topografia marinha

Sentinel-3A previsto para 2015



Instrumentos principais:

[OLCI](#): Ocean & Land Colour

[SLSTR](#): Sea & Land Surface Temperature

[SRAL](#): SAR Radar Altimeter

[MWR](#): Microwave Radiometer.

Instrumentos para determinação precisa da órbita:

[DORIS](#): Doppler Orbit Radio positioning system

[GNSS](#): GPS receiver, providing precise orbit determination and tracking multiple satellites simultaneously

[LRR](#): Laser Retro-Reflector system to accurately locate the satellite in orbit

Sentinel-4: dados meteorológicos; montado no Meteosat Third Generation (MTG), previsto ~2020 e operado pela EUMETSAT



Sentinel-5: composição atmosférica; montado num satélite MetOp de 2ª, previsto ~2020 e operado pela EUMETSAT



Sentinel-5 Precursor: planeado em 2015 para reduzir falha de dados entre o Envisat e o Sentinel-5 (ENVISAT operou de 1 Março 2002 a 9 Maio 2012)

Sentinel-6: altimetria de alta resolução para medir o nível do mar globalmente; suporte à oceanografia operacional e à meteorologia; previsto ~2020

Monitorização marinha

Missões Sentinel têm como objectivo

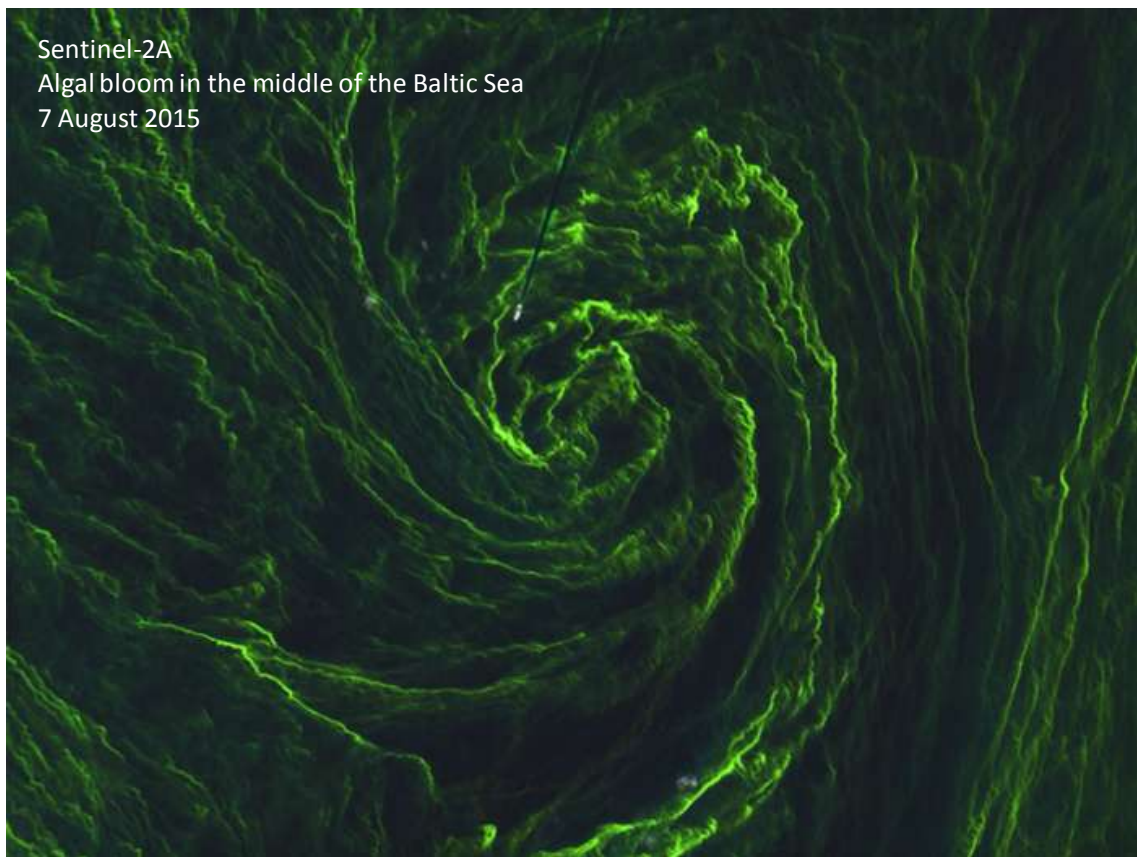
- Fornecimento de dados de forma rápida, contínua e independente, sobre o comportamento o uso e a saúde dos oceanos e das zonas costeiras
- Fornecem dados de apoio a estudos e atividades, nacionais a locais, e a políticas marinhas

Sentinel-1

- monitorização do ambiente marinho europeu, ártico
- medições do gelo polar
- monitorização do oceano aberto, ondas e ventos superficiais (incluindo observação de derrames)

Sentinel-3

- cor oceânica
- altura do nível do mar (SSH)
- temperatura (SST)
- apoio à estimativa de fluxos de carbono
- Informação:
- Dados: <https://scihub.esa.int/>



Curso de Formação

Manual II

Monitorização do Meio Marinho por Satélite

21 a 25 de setembro de 2015

Ana Bio & Isabel Iglesias

Índice

Objetivos de aprendizagem & Conteúdos programáticos.....	1
1. Parte teórica	
1.1 Introdução	2
1.2 Observação do meio marinho: Complementaridade & sinergias ..	23
1.3 Órbitas, percursos & resoluções	34
1.4 Sensores & produtos	50
1.5 Programa <i>Copernicus</i>	87
2. Parte prática	
2.1 Exemplos.....	95
2.2 Exercício <i>Landsat</i>	107
2.3 Exercício <i>Giovanni</i>	114
2.4 Exercício <i>ESRL/PSD</i>	126
2.5 Exercício <i>SeaDAS</i>	133
2.6 Exercício <i>IDV</i>	146
2.7 Sistemas de Informação Geográfica – <i>QGIS</i>	162
Software.....	181
Bibliografia.....	182

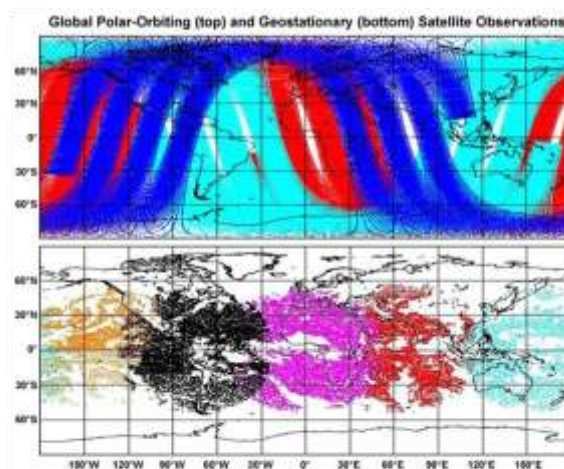
2 PARTE PRÁTICA

2.1 Exemplos

Introdução

- Um satélite de observação utiliza-se principalmente para o controlo e observação do estado do mar, da terra e da atmosfera. Por exemplo:

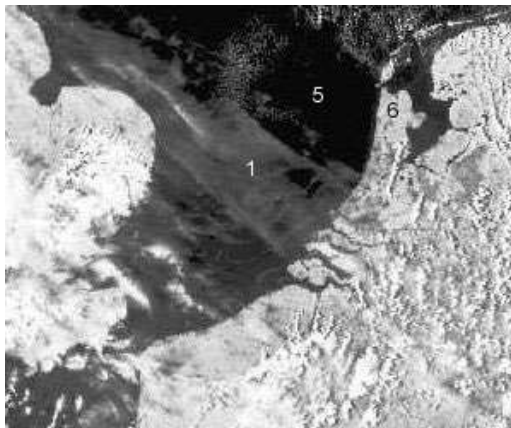
Tempo atmosférico
Clima
Luzes
Fogos
Contaminação
Auroras
Trovoadas
Areia e pó
Correntes
Mudanças na vegetação
Processos erosivos
Estado do mar
Cor do oceano
Gelo polar
Áreas nevadas



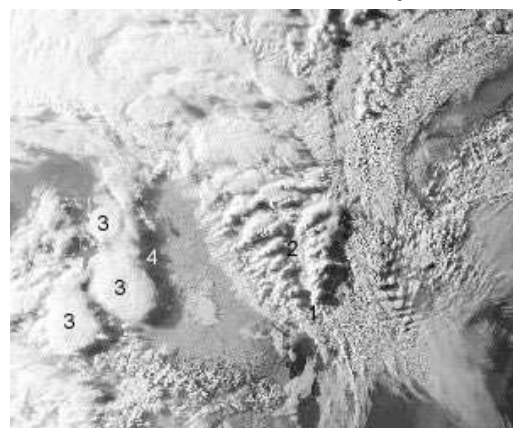
- De forma agrupada, os satélites da China, Estados Unidos, Europa, Índia, Japão e Rússia proporcionam uma observação quase contínua do estado global da Terra

Exemplos

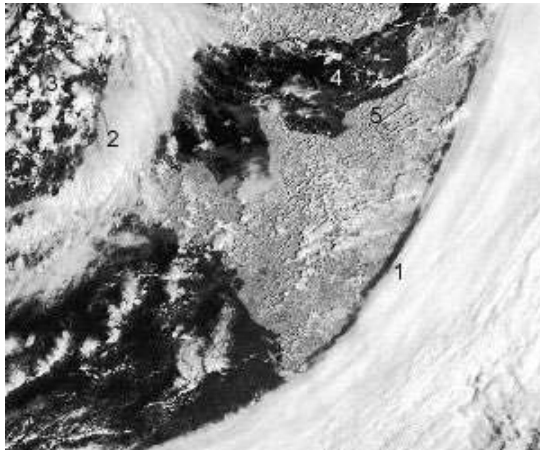
Cirrus, contrastes terra-mar



Nuvens ondulatórias e de tempestade



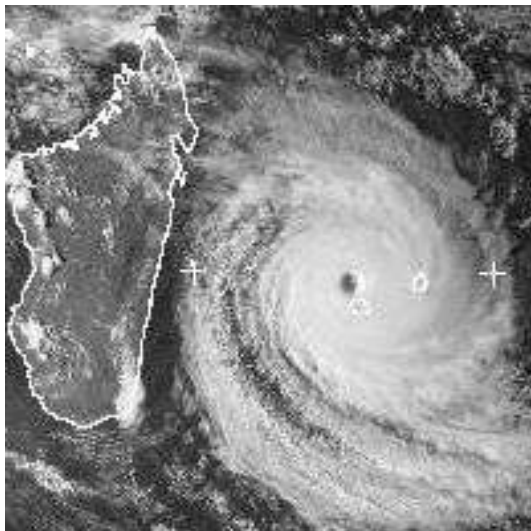
Frente fria



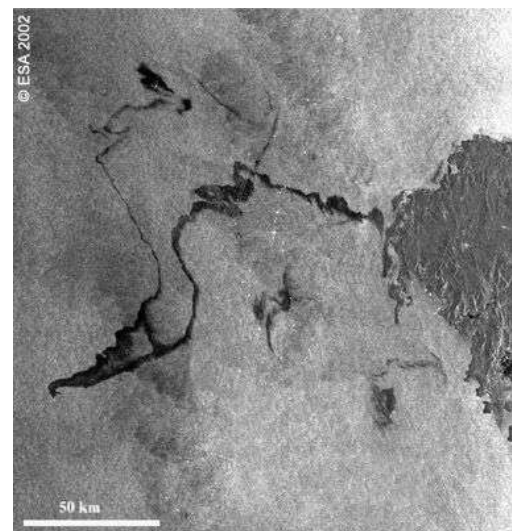
Erupção do Etna, Sicília



Ciclone Dina, oceano Índico



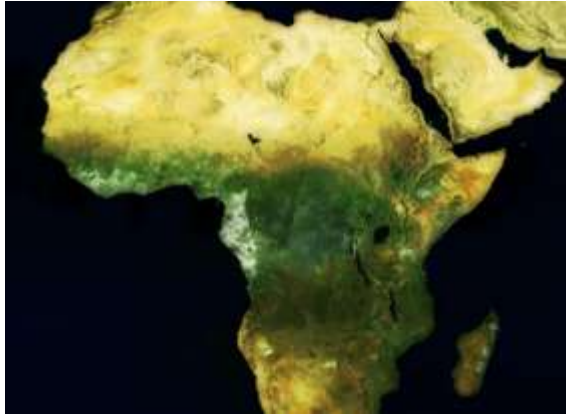
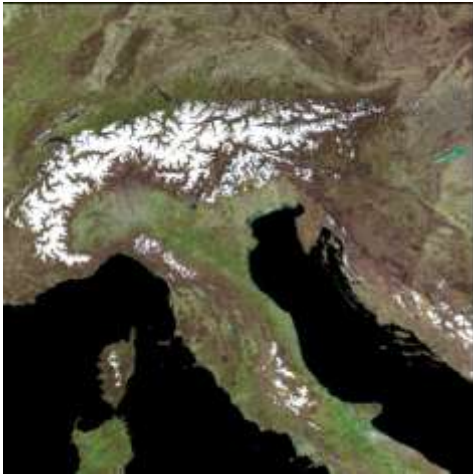
Contaminação por hidrocarbonetos

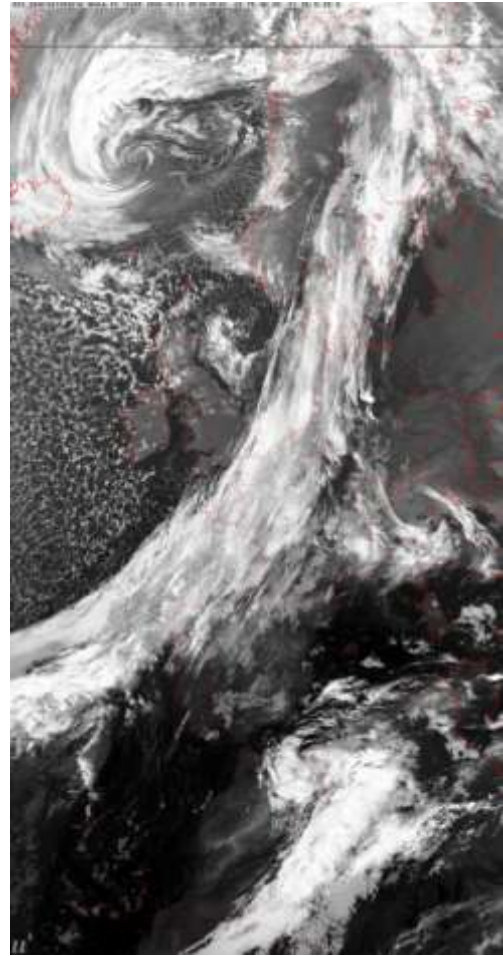
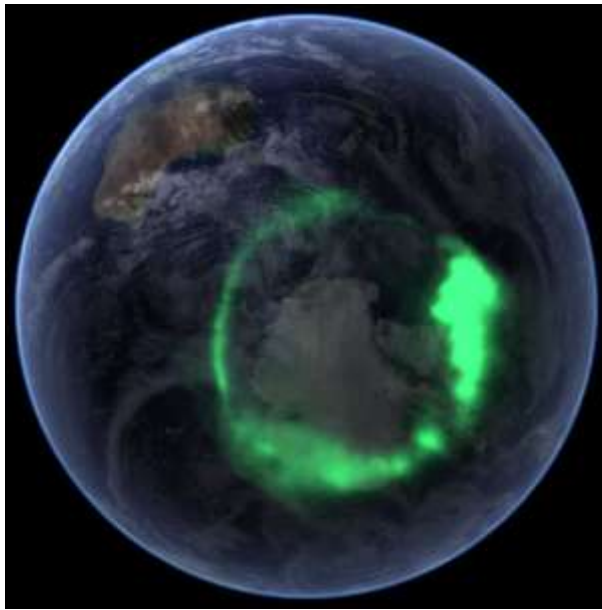


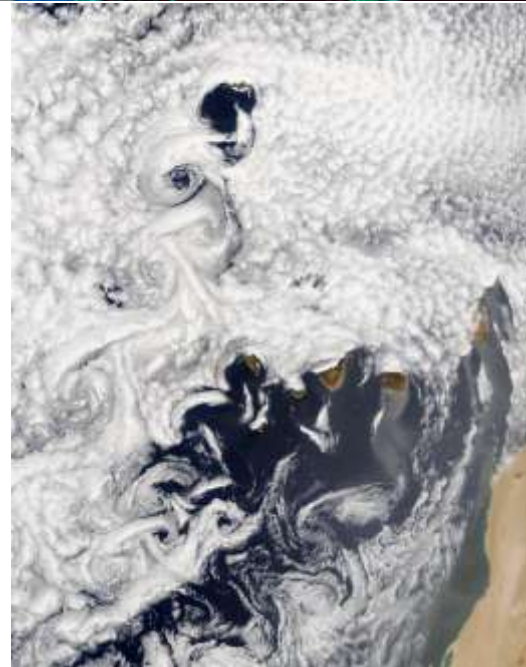
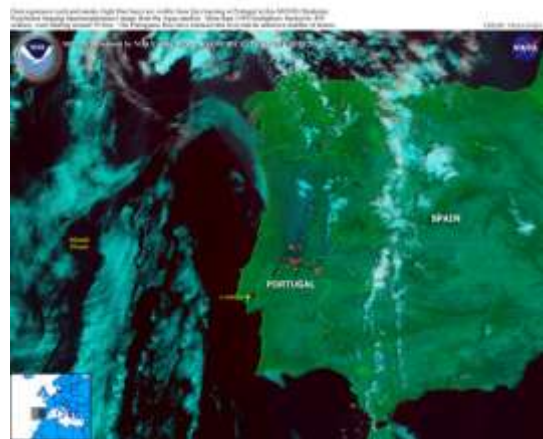
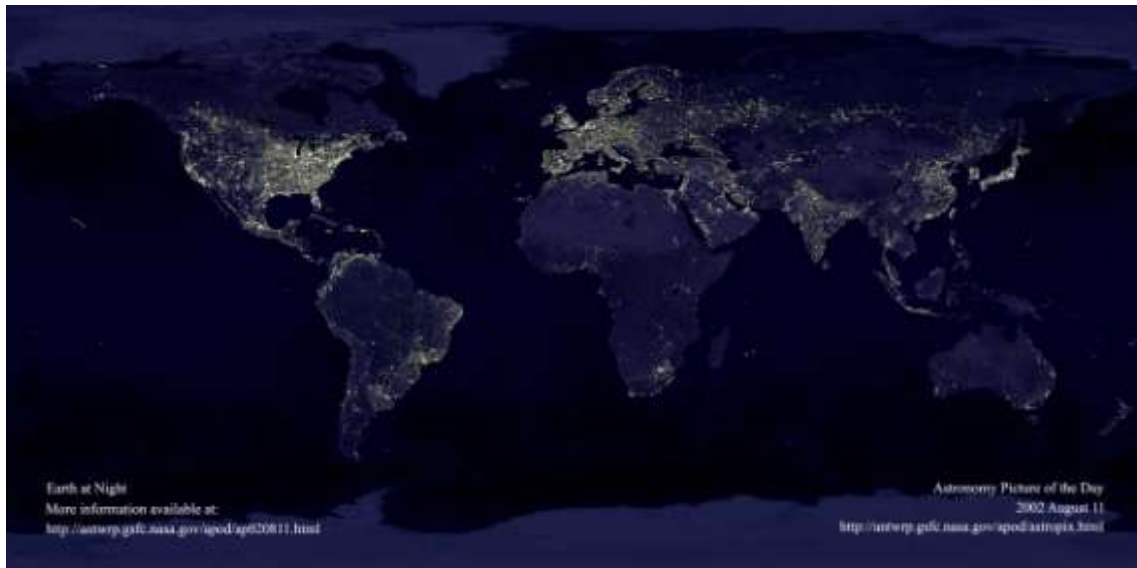
Observação da superfície terrestre

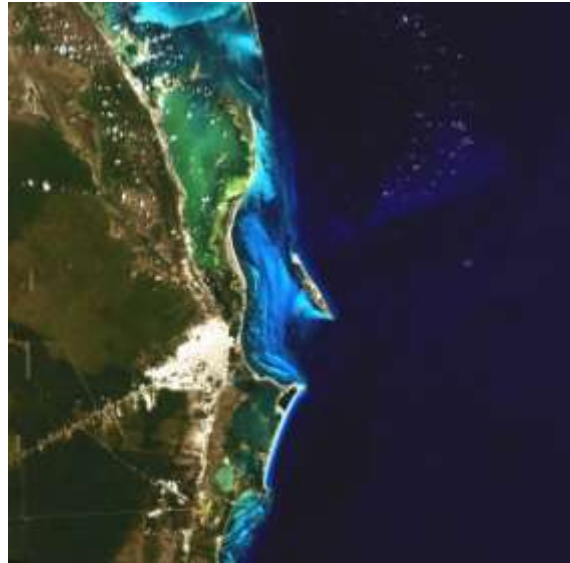
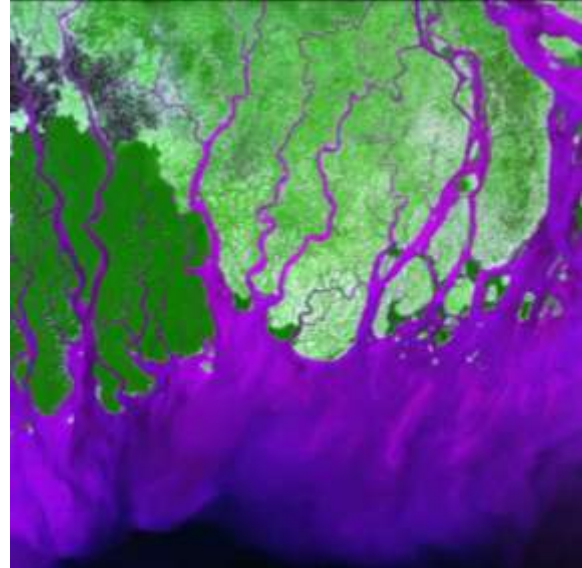
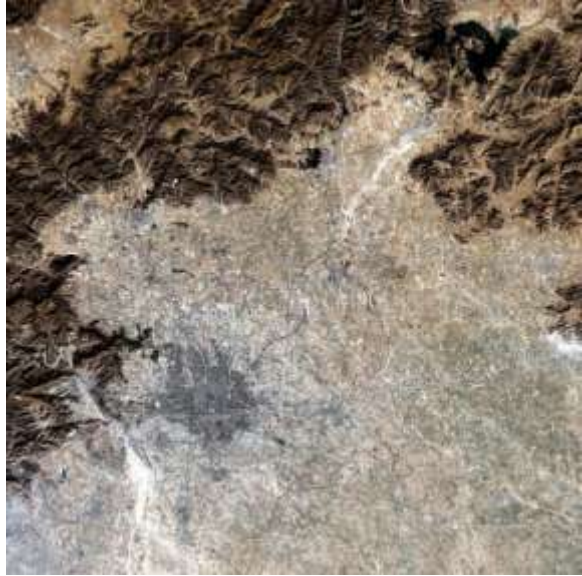


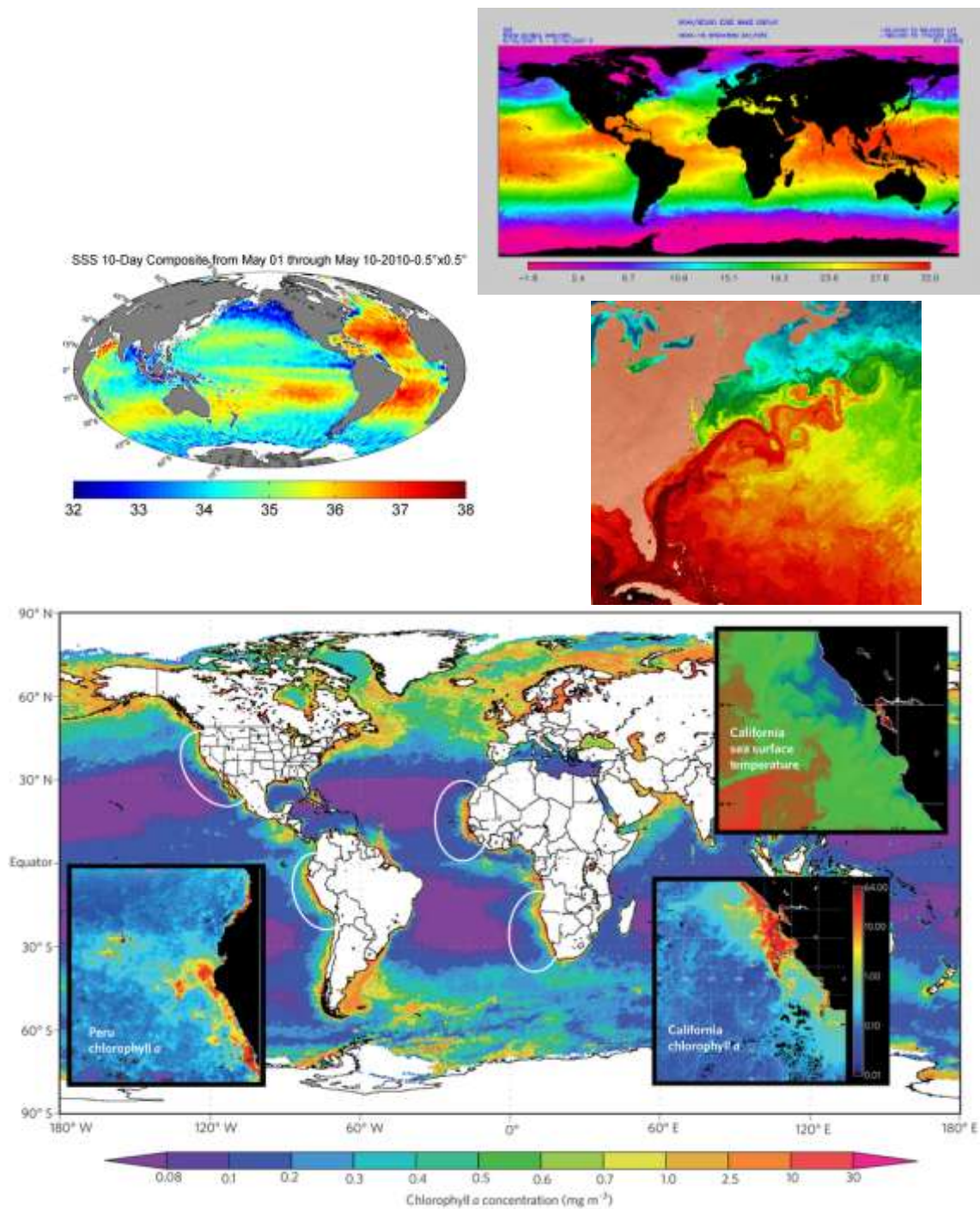
Observação da superfície terrestre





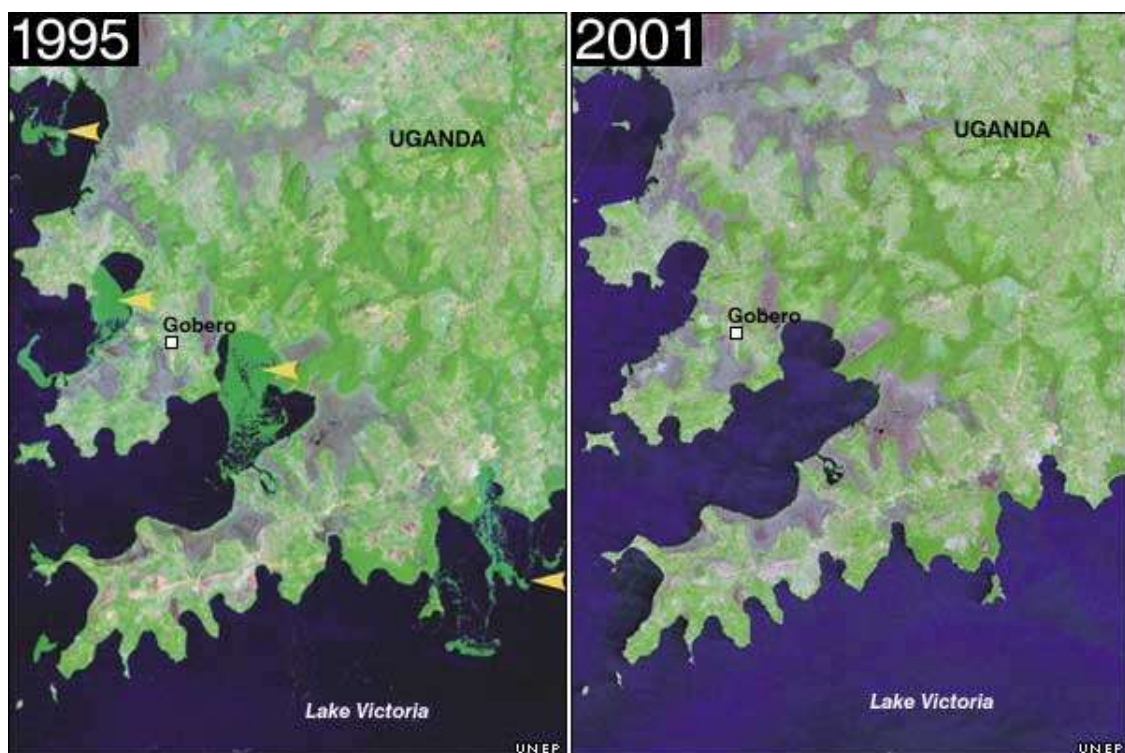
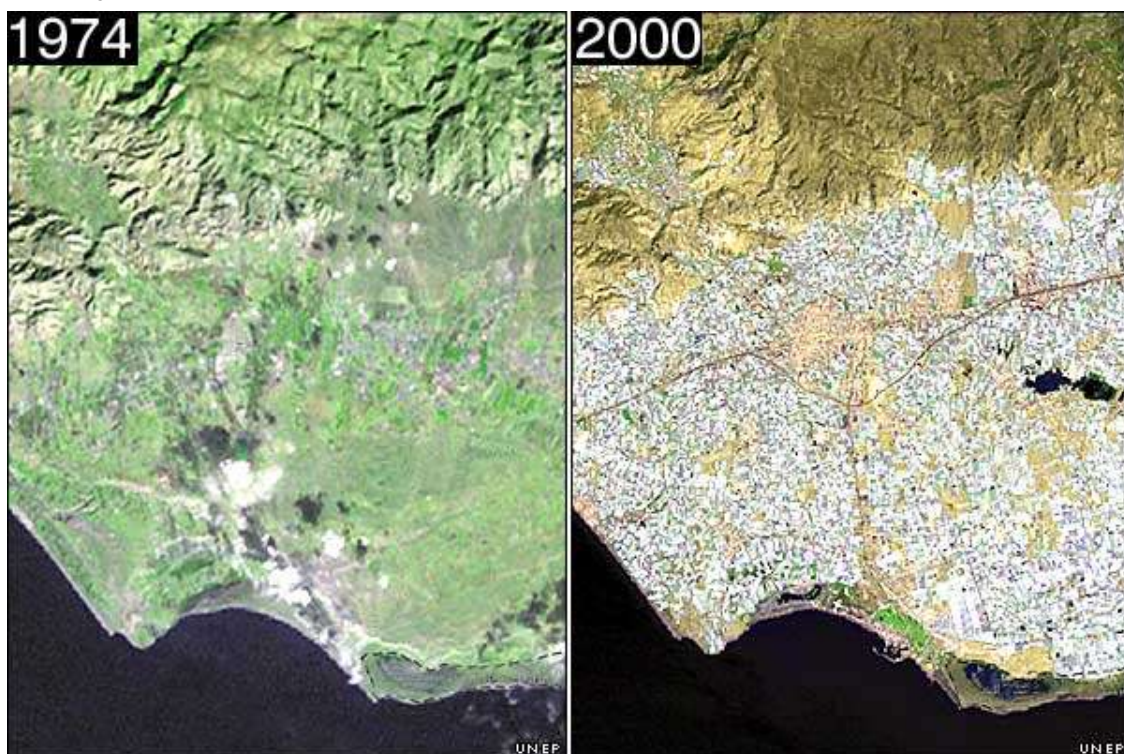


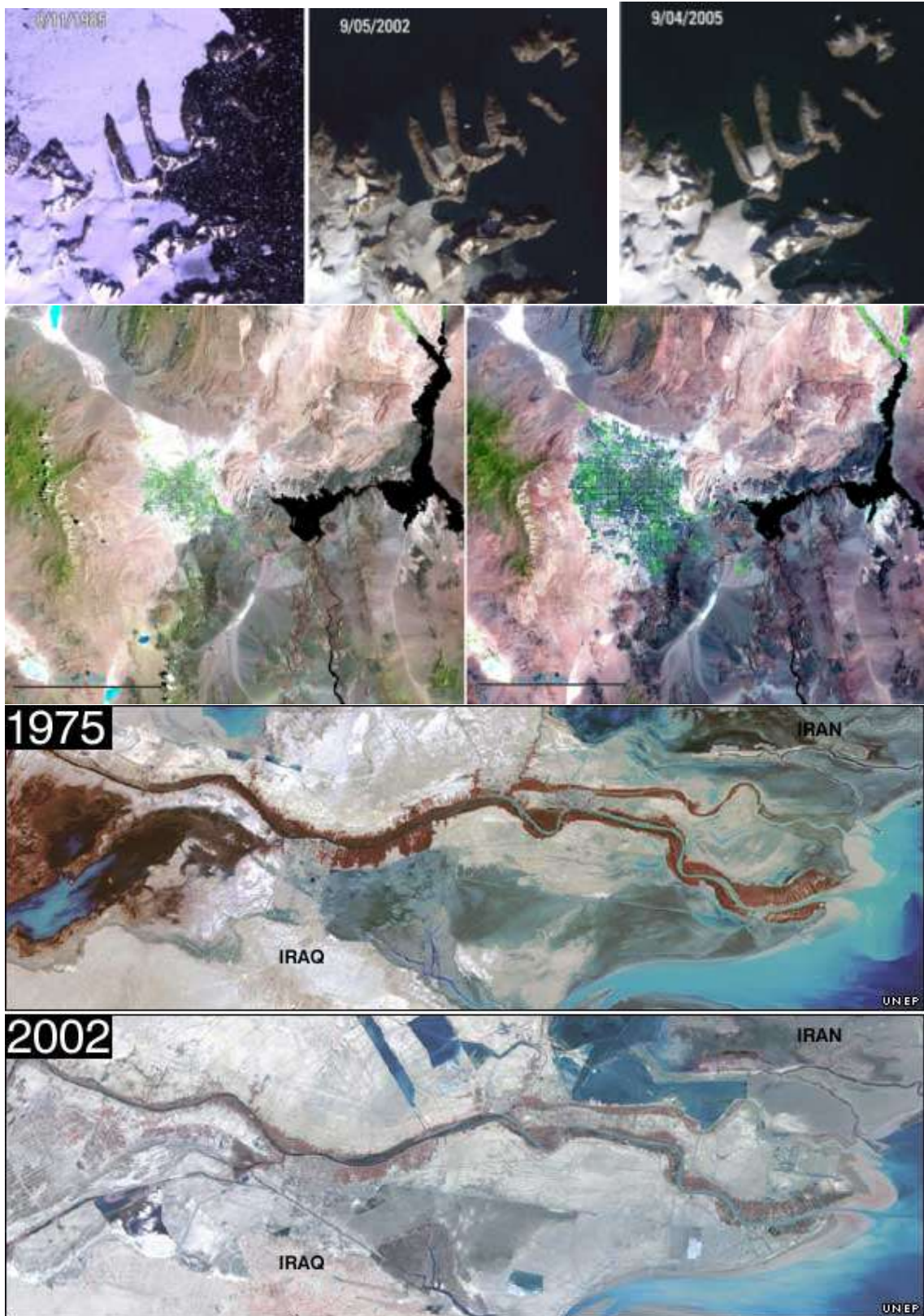


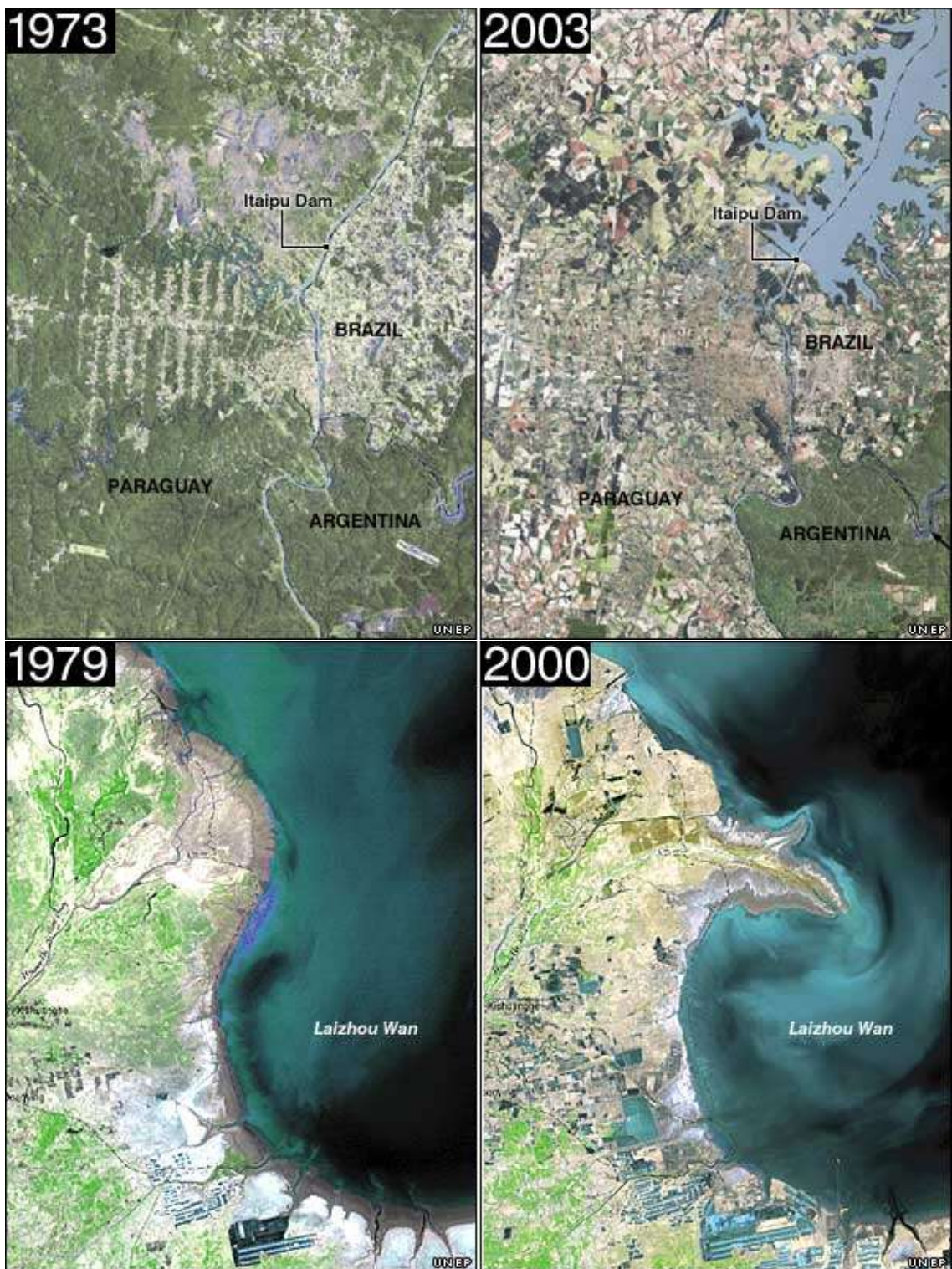


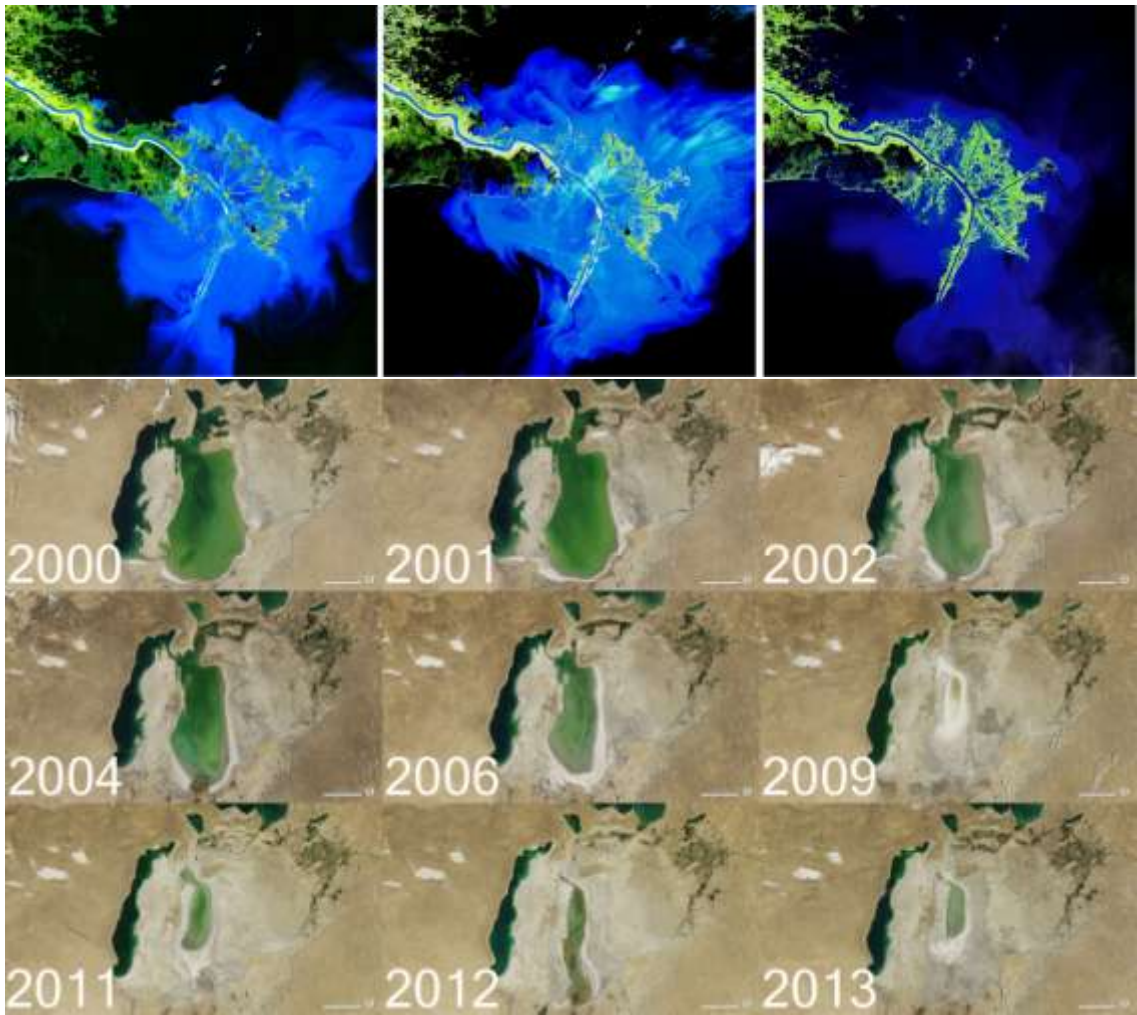


Evoluções









2.2 Exercício Landsat

Exercício prático: Landsat

LANDSAT:

- Programa norte-americano de satélites de observação da Terra
- Começo: Segunda metade da década de 1960. Continua ativo até hoje.
- Desenvolvido pela NASA, dedica-se exclusivamente à observação dos recursos naturais terrestres
- Oito satélites:

Landsat 1: 1972/1978

Landsat 2: 1975/1981

Landsat 3: 1978/1983

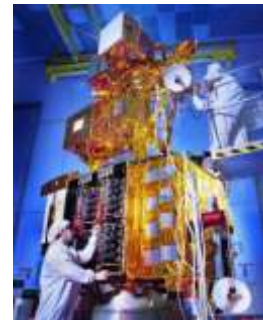
Landsat 4: 1982/1993

Landsat 5: 1984/2012

Landsat 6: 1993/ falhou em atingir a órbita

Landsat 7: 1999/ ainda funcionando, mas com falhas desde 2003

Landsat 8: 2013/ ainda funcionando



LANDSAT:

- Acesso ao Landsat Look "Natural Color" image product archive: <http://landsatlook.usgs.gov/>

USGS
science for a changing world
LandsatLook Viewer

USGS Home
Contact USGS
Search USGS

Welcome to the LandsatLook Viewer!

The LandsatLook Viewer is a prototype tool that was developed to allow rapid online viewing and access to the USGS Landsat image archives. This viewer allows you to:

- Interactively explore the Landsat archive at up to full resolution directly from a common web browser
- Search for specific Landsat images based on area of interest, acquisition date, or cloud cover
- Compare image features and view changes through time
- Display configurable map information layers in combination with the Landsat imagery
- Create a customized image display and export as a simple graphic file
- View metadata and download the full-band source imagery

Start The LandsatLook Viewer

For further information:
[Quick Guide](#)
[About the Images](#)
[Help Document](#)
[Contact Us](#)

We welcome feedback and input for future versions of this Viewer! Please provide your [comments or suggestions](#).

Accessibility | FOIA | Privacy | Policies and Notices

U.S. Department of the Interior | U.S. Geological Survey
URL: <http://landsatlook.usgs.gov/Welcome.html>
Page Contact Information: [Get Landsat](#)
Page Last Modified: 04/02/2013 02:36 pm

USA.gov

Escrever o nome da área de interesse ou fazer zoom no mapa

Mostra os paths do satélite

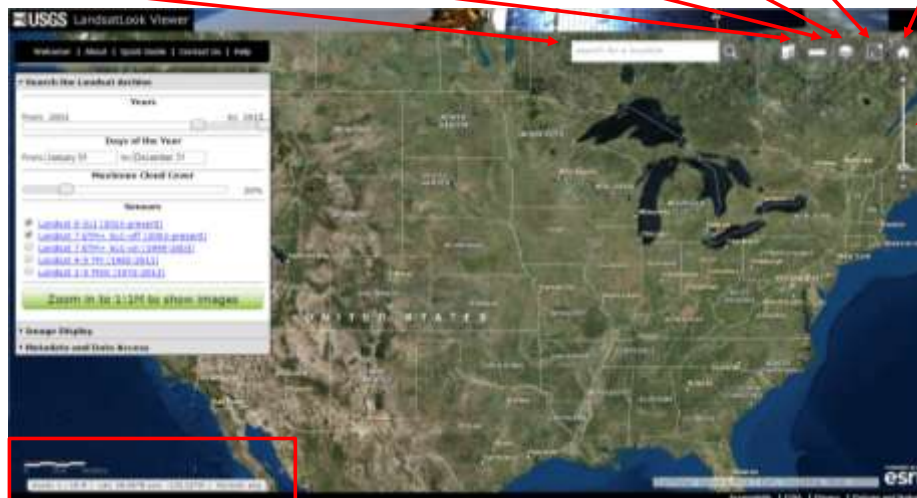
Medidas de áreas, distancias e localização

Mapa de base

Vista geral do mapa

Começar de novo

Zoom



Escala e posição do cursor (latitude e longitude)



Selecionamos o rango de anos que queremos visualizar

E os días do ano que queremos ver

Selecionamos a % de nuvens que queremos ter presente (0% céu limpo, 100 % céu coberto)

Selecionamos os sensores que queremos observar:

- Landsat 8 OLI (Operational Land Imager) and TIRS (Thermal Infrared Sensor)
- Landsat Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)
- Landsat Thematic Mapper (TM)
- Landsat Multispectral Scanner (MSS)

Zoom rápido e mostrar imagens

Uma vez que temos seleccionados os parâmetros que queremos seleccionamos “show images” e abrimos o “Image Display”



Mostra quantas imagens há e quantas estão disponíveis

Mostra os sensores que estão a ser utilizados e as datas

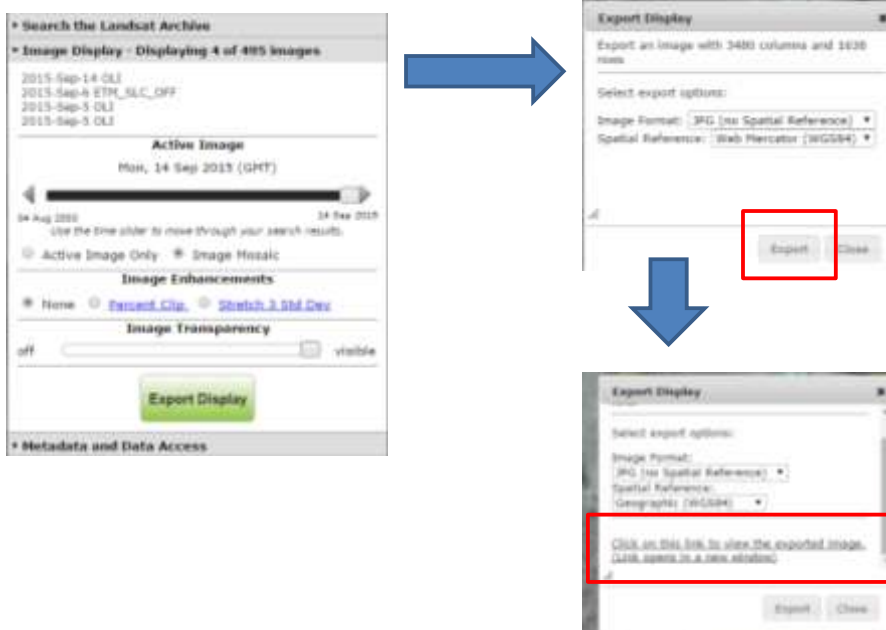
Mostra as características da imagem ativa, e com as setas podemos mudar de imagem a visualizar

Permite mudar a aparência da imagem:

- Percent Clip: Tira as cores mais claras ou escuras, mas pode mudar as cores da imagem
- Stretch 3 Std Dev: Faz o cálculo medio das cores da imagem e reassigna colodes basados em um cálculo da deviação estándar. Tende a mostrar mais brilho na imagem sem mudar as cores

Para seleccionar a transparência (sobre o mapa de fundo) da imagem do Landsat

Quando está tudo pronto, carregamos sobre o “Export Display” para guardar a imagem georreferenciada



Uma vez que temos seleccionados os parâmetros que queremos seleccionamos “show images” e abrimos o “Image Display”



← Mostra os metadatos da imagem em formato tabela ou browser

Exercício prático: Landsat e plumas

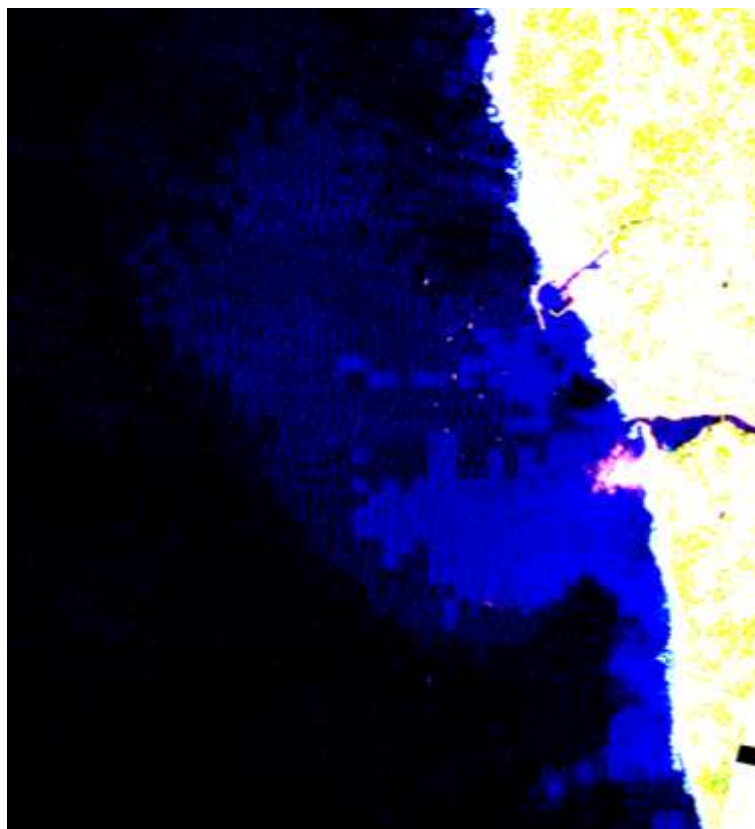
- 05/01/1985
- 02/09/1990
- 07/01/2000
- 24/02/2000
- 20/03/2000
- 26/02/2001
- 01/04/2001
- 15/01/2003
- 24/01/2003
- 04/06/2007
- 20/02/2010
- 26/03/2010
- 24/04/2013

Estudo da pluma do rio Douro:

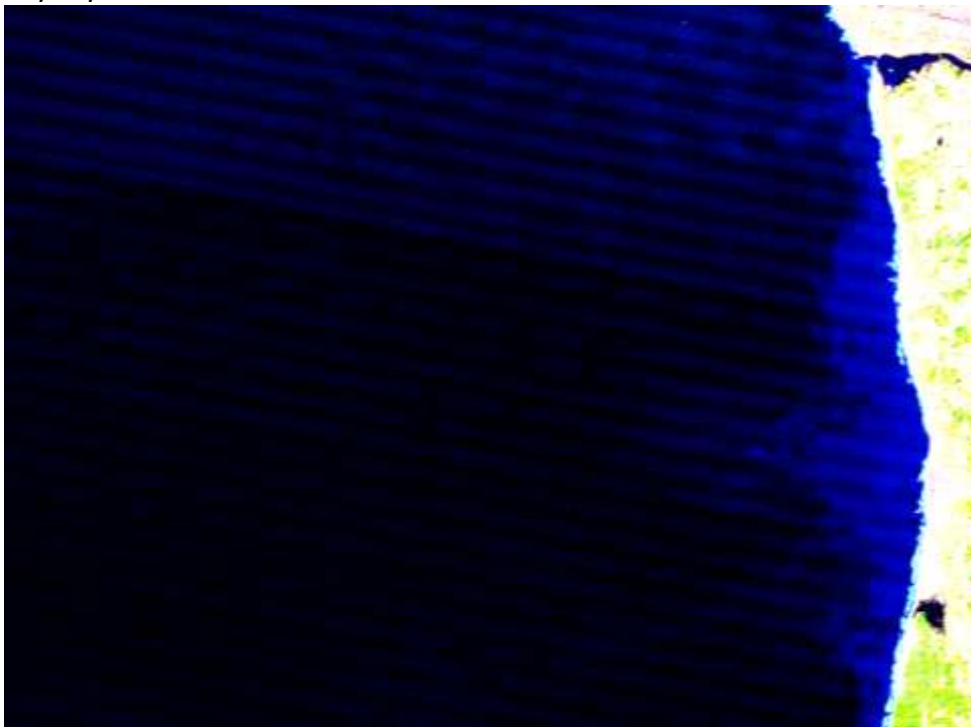
- Procurar em estas datas para a zona do Douro o que é que se vê
- Fazer medição do tamanho da pluma e da corrente costeira (km e km²)

Solução para cada data (imagem do Landsat)

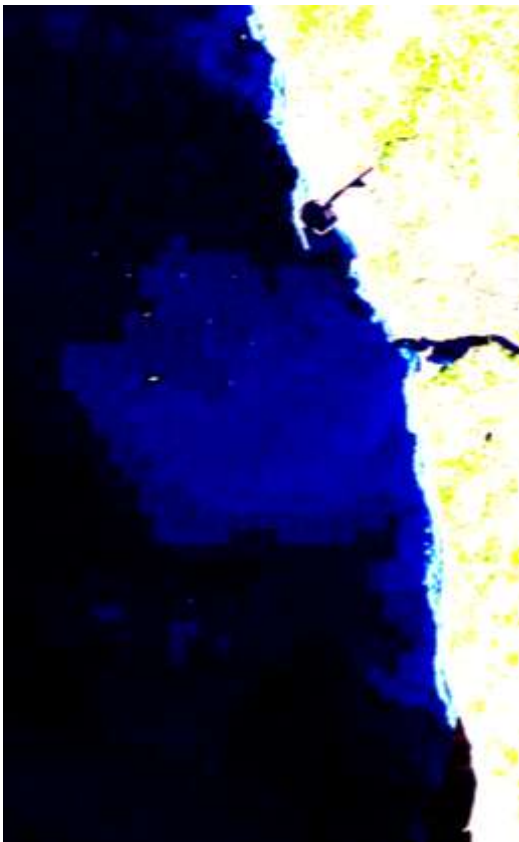
05/01/1985



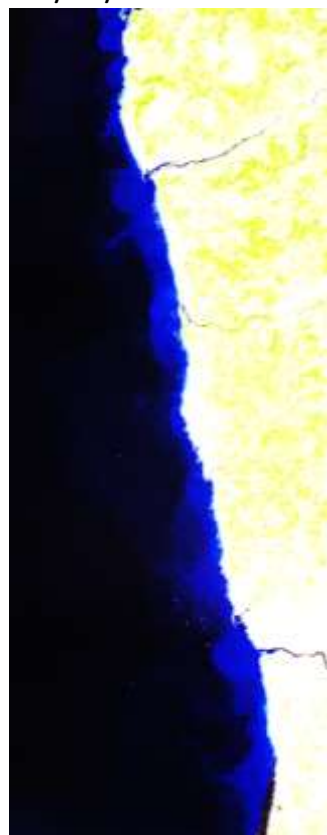
02/09/1990



07/01/2000



24/02/2000



20/03/2000



26/02/2001



01/04/2001



15/01/2003



24/01/2003



04/06/2007



20/02/2010



26/03/2010



24/04/2013



2.3 Exercício *Giovanni*

Exercício prático: Giovanni

GIOVANNI (Geospatial Interactive Online Visualization AND aNalysis Infrastructure):

- Giovanni é uma aplicação web desenvolvida pelo Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center (GES DISC) que proporciona uma forma simples e intuitiva de visualizar, analisar e aceder a uma grande quantidade de dados de satélite permitindo a sua visualização sem ter de descarregar os dados.
- Giovanni proporciona determinadas ferramentas para a visualização e análises da “cor do Oceano”:

Produtos mensais globais:

http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/G3/gui.cgi?instance_id=ocean_month

Produtos do SeaWiFS e Modis com resolução temporal de 8 dias:

http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/G3/gui.cgi?instance_id=ocean_8day

Qualidade de água com produtos do SeaWiFS e do MODIS:

http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/G3/gui.cgi?instance_id=WaterQuality

Análises de precipitação:

http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/G3/gui.cgi?instance_id=TRMM_3B42RT

GIOVANNI (Geospatial Interactive Online Visualization ANd aNalysis Infrastructure):

- Giovanni é uma aplicação web desenvolvida pelo Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center (GES DISC) que proporciona uma forma simples e intuitiva de visualizar, analisar e aceder a uma grande quantidade de dados de satélite permitindo a sua visualização sem ter de descarregar os dados.
- Giovanni proporciona determinadas ferramentas para a visualização e análises da “cor do Oceano”:

Produtos mensais globais:

http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/G3/gui.cgi?instance_id=ocean_month

Produtos do SeaWiFS e Modis com resolução temporal de 8 dias:

http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/G3/gui.cgi?instance_id=ocean_8day

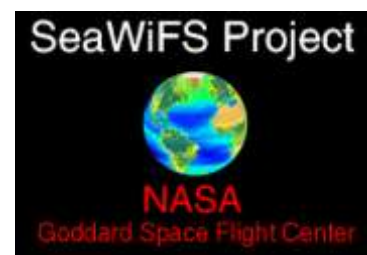
Qualidade de água com produtos do SeaWiFS e do MODIS:

http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/G3/gui.cgi?instance_id=WaterQuality

Análises de precipitação:

http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/G3/gui.cgi?instance_id=TRMM_3B42RT

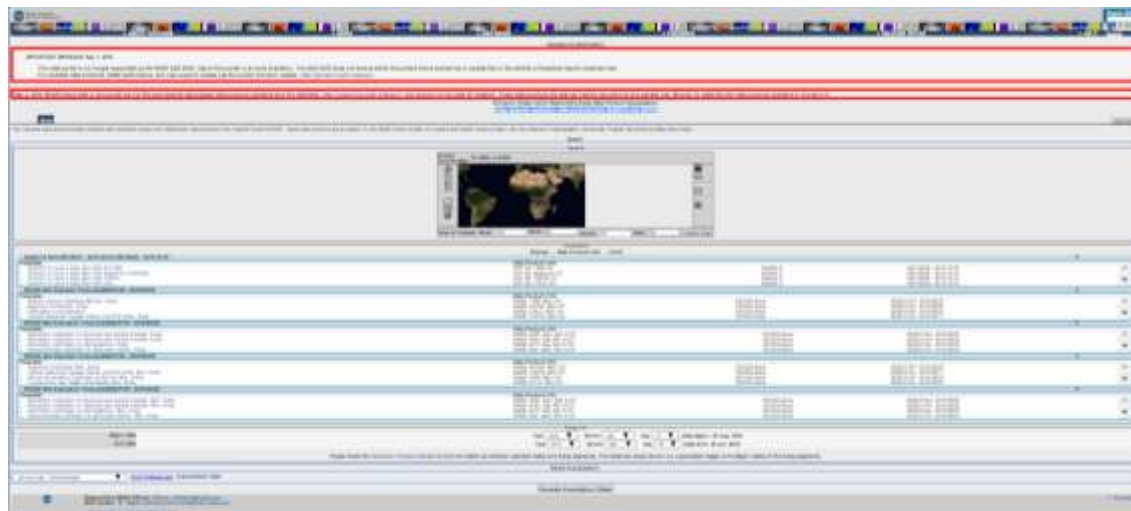
- SeaWiFS (Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor) é um projeto que forma parte da NASA e que pretende dar dados quantitativos das propriedades bio-óticas da Terra baseando-se nas mudanças de cor no oceano, o que permite estudar a produção primária oceânica e a bioquímica global.
- Denominamos produção primária à matéria orgânica do mar que é produzida por produtores primários. Estes produtores primários (algas, bactérias) existem nos níveis mais baixos da cadeia alimentícia, e utilizam a luz do sol ou a energia química como fonte de energia.
- As mudanças de cor no oceano podem significar vários tipos e quantidades de fitoplâncton marinho, concentração de clorofila ou outros pigmentos vegetais. Quanto mais fitoplâncton presente mais pigmentos vegetais haverá na água e mais verde esta vai ser.
- Este projeto processa, calibra, valida, guarda e distribui os dados recebidos pelos “ocean color sensors”, particularmente os dados do SeaStar que carrega o instrumento do SeaWiFS desde 1997. Foi desenvolvido pela Orbital Sciences Corporation e tem uma órbita baixa em torno a Terra.



- O MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) é um instrumento que permite uma alta sensibilidade radiometria.
- Esta localizado a bordo dos satélites Terra (1999) e Aqua (2002). Terra orbita de tal maneira que passa de norte a sul, atravessando o equador, de manhã. Aqua passa de sul a norte sobre o equador de tarde.
- Estos dois satélites observam a superfície terrestre cada 1-2 dias, com 36 bandas espectrais.



- Produtos do SeaWiFS e Modis com resolução temporal de 8 dias:
- http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/G3/gui.cgi?instance_id=ocean_8day



-
- The screenshot displays the 'Spatial' software window. At the top, it shows 'Cursor Coordinates: 74.10000, 0.41250'. The main area is a world map. On the left, there is a vertical toolbar with icons for navigation and display. On the right, there is another vertical toolbar with icons for map background and other settings. At the bottom, there is a section for 'Area of Interest' with input fields for 'West: -180', 'North: 90', 'South: -90', and 'East: 180', along with an 'Update Map' button. Red arrows point from Portuguese labels to these specific interface elements.
- Labels and arrows in the image:
- Controlo do display do mapa**: Points to the left toolbar.
 - Background do mapa**: Points to the right toolbar.
 - Área a representar (latitude e longitude)**: Points to the 'Area of Interest' input fields at the bottom.

Parameters					
Display: <input checked="" type="checkbox"/> Data Product Info <input type="checkbox"/> Units					
SWaF3 3-band (SWaF3B1 - 20161203061000-00-00-00-00)					
Parameter	Data Product Info				
SEAWiF Level 3 3-day Sea-SM AOT665	SWF3D_T881_CR	SeaWiFS		1987-06-29	2018-12-18
SEAWiF Level 3 3-day Sea-SM Angstrom Coefficient	SWF3D_angstrom_CR	SeaWiFS		1987-06-29	2018-12-18
SEAWiF Level 3 3-day Sea-SM CDOM	SWF3D_CDOM_CR	SeaWiFS	Global AOT normalized around SM	1987-06-29	2018-12-18
SEAWiF Level 3 3-day Sea-SM CHL	SWF3D_CHL_CR	SeaWiFS	Global AOT normalized around SL	1987-06-29	2018-12-18
SEAWiF Level 3 3-day Sea-SM K490	SWF3D_K490_CR	SeaWiFS		1987-06-29	2018-12-18
SEAWiF Level 3 3-day Sea-SM K490	SWF3D_FAR_CR	SeaWiFS		1987-06-29	2018-12-18
MODIS Sea-Standard Product (MODIS03A1 - 20150601)					
Parameter	Data Product Info				
Aerosol Optical Thickness 660 nm, 8-day	MAOD_T869_8m_CR	MODIS-Aqua		2002-07-04	2015-06-01
Angstrom Coefficient, 8-day	MAOD_A05M_8m_CR	MODIS-Aqua		2002-07-04	2015-06-01
Chlorophyll a concentration	MAOD_CHL_8m_CR	MODIS-Aqua		2002-07-04	2015-06-01
Colored Dissolved Organic Matter (CDOM) Index, 8-day	MAOD_CDOM_8m_CR	MODIS-Aqua		2002-07-04	2015-06-01
Diffuse attenuation coefficient at 490 nm (8-day)	MAOD_K490_8m_CR	MODIS-Aqua		2002-07-04	2015-06-01
Fluorescence Line Height (normalized), 8-day	MAOD_NFLH_8m_CR	MODIS-Aqua		2002-07-04	2015-06-01
MODIS Sea-Standard Product (MODIS03A2 - 20150601)					
Parameter	Data Product Info				
Absorption coefficient for dissolved and detrital material, 8-day	MAOD_AD0_gsm_8d_3_CR	MODIS-Aqua		2002-07-04	2015-06-01
Absorption coefficient for dissolved and detrital material, 8-day	MAOD_AD0_gss_8d_3_CR	MODIS-Aqua		2002-07-04	2015-06-01
Absorption coefficient for phytoplankton, 8-day	MAOD_APH_gss_443_3_CR	MODIS-Aqua		2002-07-04	2015-06-01
Backscattering coefficient for particulate matter, 8-day	MAOD_BBP_gsm_8d_3_3_CR	MODIS-Aqua		2002-07-04	2015-06-01
Backscattering coefficient for particulate matter, 6-day	MAOD_BBP_gss_443_3_CR	MODIS-Aqua		2002-07-04	2015-06-01
Fluorescence, 8-day	MAOD_ZEU_gss_6_CR	MODIS-Aqua		2002-07-04	2015-06-01
MODIS Sea-Standard Product (MODIS03A3 - 20150601)					
Parameter	Data Product Info				
Angstrom Coefficient 440 nm, 8-day	MAOD_A05M_440m_CR	MODIS-Aqua		2002-07-04	2015-06-01
Colored Dissolved Organic Matter (CDOM) Index 440 nm, 8-day	MAOD_CDOM_440m_CR	MODIS-Aqua		2002-07-04	2015-06-01
Diffuse Attenuation Coefficient at 490 nm 8-day	MAOD_K490_440m_CR	MODIS-Aqua		2002-07-04	2015-06-01
Fluorescence Line Height (normalized) 440 nm, 8-day	MAOD_NFLH_440m_CR	MODIS-Aqua		2002-07-04	2015-06-01
Particulate Inorganic Carbon 8-day	MAOD_PIC_440m_CR	MODIS-Aqua		2002-07-04	2015-06-01

- SeaWiFS 9km (1997/09/01 - 2010/12/31)(1997/08/29 - 2010/12/18):
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI AOT865
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI Angstrom Coefficient
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI CDOM
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI CHL
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI Kd490
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI PAR
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI PIC
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI POC
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI RRS Rrs412
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI RRS Rrs443
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI RRS Rrs490
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI RRS Rrs510
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI RRS Rrs555
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI RRS Rrs670
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI GSM_adg_443
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI GSM_bbp_443
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI KDLEE_Zeu
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI QAA_a_443
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI QAA_adg_443
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI QAA_aph_443
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI QAA_bbp_443

- MODIS 9km Standard Products (2002/07/04 - 2015/06/25)
 - Aerosol Optical Thickness 869 nm, 8-day
 - Angstrom Coefficient, 8-day
 - Chlorophyll a concentration
 - Colored Dissolved Organic Matter (CDOM) Index, 8-day
 - Diffuse attenuation coefficient at 490 nm 9km
 - Fluorescence Line Height (normalized), 8-day
 - Particulate Inorganic Carbon, 8-day
 - Particulate Organic Carbon, 8-day
 - Photosynthetically Available Radiation, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 412 nm, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 443 nm, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 469 nm, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 488 nm, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 531 nm, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 547 nm, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 555 nm, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 645 nm, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 667 nm, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 678 nm, 8-day

- MODIS 9km Evaluation Products(2002/07/04 - 2015/06/25)
 - Absorption coefficient for dissolved and detrital material, 8-day
 - Absorption coefficient for dissolved and detrital material, 8-day
 - Absorption coefficient for phytoplankton, 8-day
 - Backscattering coefficient for particulate matter, 8-day
 - Backscattering coefficient for particulate matter, 8-day
 - Euphotic depth, 8-day
 - Total absorption coefficient, 8-day

- MODIS 4km Standard Products (2002/07/04 - 2015/06/25)
 - Angstrom Coefficient 4km, 8-day
 - Colored Dissolved Organic Matter (CDOM) Index 4km, 8-day
 - Diffuse Attenuation Coefficient at 490 nm 4km, 8-day
 - Fluorescence Line Height (normalized) 4km, 8-day
 - Particulate Inorganic Carbon 4km, 8-day
 - Particulate Organic Carbon 4km, 8-day
 - Photosynthetically Available Radiation 4km, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 412 nm, 4km, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 443 nm, 4km, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 469 nm, 4km, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 488 nm, 4km, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 531 nm, 4km, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 547 nm, 4km, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 555 nm, 4km, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 645 nm, 4km, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 667 nm, 4km, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 678 nm, 4km, 8-day
 - chlorophyll a concentration 4km, 8-day

- MODIS 4km Evaluation Products (2002/07/04 - 2015/06/25)
 - Absorption coefficient for dissolved and detrital material, 4km, 8-day
 - Absorption coefficient for dissolved and detrital material, 4km, 8-day
 - Absorption coefficient for phytoplankton, 4km, 8-day
 - Backscattering coefficient for particulate matter, 4km, 8-day
 - Backscattering coefficient for particulate matter, 4km, 8-day
 - Euphotic depth, 4km, 8-day
 - Total absorption coefficient, 8-day

Seleção da data a visualizar

The screenshot shows the top section of the visualization tool. It includes a 'Temporal' section with 'Begin Date' and 'End Date' fields, each with a calendar icon. Below these are dropdown menus for 'Year', 'Month', and 'Day'. A note states: 'Please check the Calendar of 8-day intervals to find the match-up between selected dates and 8-day segments. The temporal range shown on a generated image is the Begin date of the 8-day segments.' Below this is a 'Select Visualization:' section with a dropdown menu currently set to 'Lat-Lon map, Time-averaged'. There are links for 'Edit Preferences' and 'Visualization Help'. At the bottom are 'Generate Visualization' and 'Reset' buttons.

Geração do modo de visualização:

- Lat-lon map, time averaged
- Animation
- Histogram
- Overlay of lat-lon maps
- Correlation map
- Scatter plot
- Latitude-time Hovmöller diagram
- Longitude-time Hovmöller diagram
- Scatter plot time averaged
- Time series
- Time series, area averaged differences
- Histogram, area averaged
- Lat-Lon maps of time-averaged differences

This screenshot is identical to the previous one, but the 'Edit Preferences' button in the 'Select Visualization:' section is highlighted with a red rectangle. A red arrow points from this button down to the next screenshot.

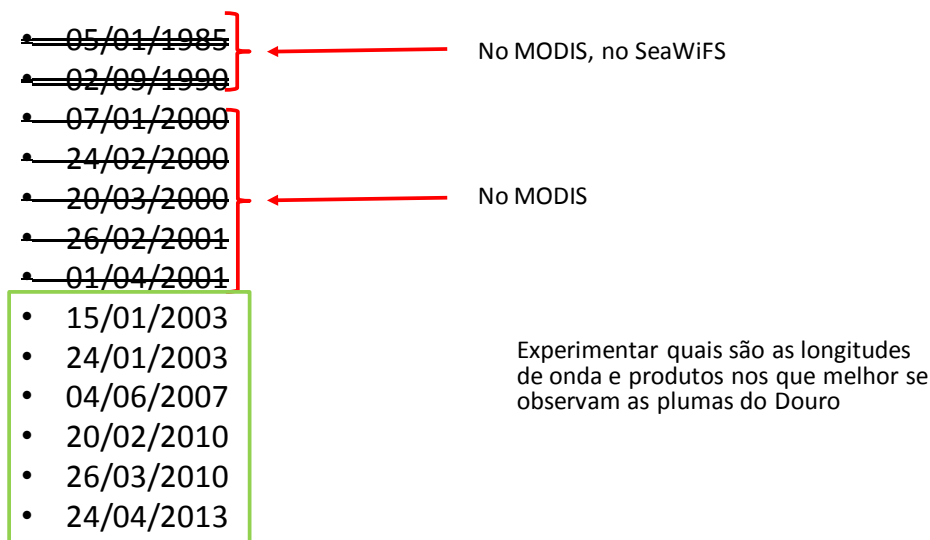
The screenshot shows the 'Select Visualization' preferences dialog box. It has a title bar and a close button. The 'Lat-Lon map, Time-averaged' dropdown is selected. The dialog contains several sections: 'Image Width' (170), 'Image Height' (100), 'Decoration Flag' (Yes), 'Color Bar' (Mode: System, Palette: Random, Min Value: 0, Max Value: 100), 'Projection' (Equidistant Cylindrical), and 'Smooth Flag' (Yes). Each section has a corresponding description on the right. The 'Generate Visualization' and 'Reset' buttons are visible at the bottom of the dialog.

Detalhes da imagem que vamos a obter: Tamanho, colorbar, projeção, etc

The screenshot shows two buttons side-by-side: 'Generate Visualization' and 'Reset'. Both buttons are highlighted with a red rectangle.

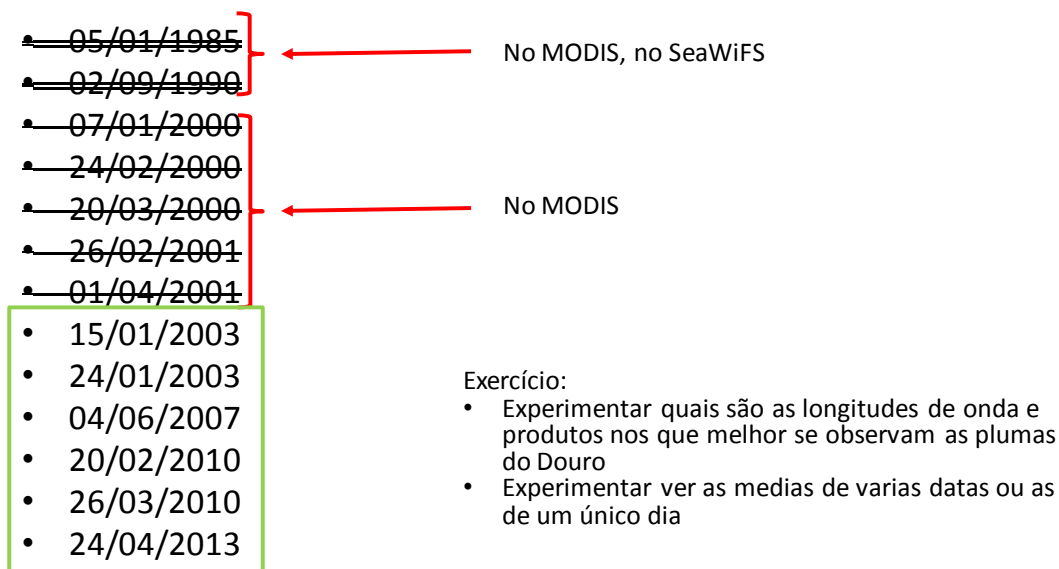
Exercício prático: Giovanni e plumas

- Tomamos as datas nas que encontramos plumas no Landsat para analisar no Giovanni



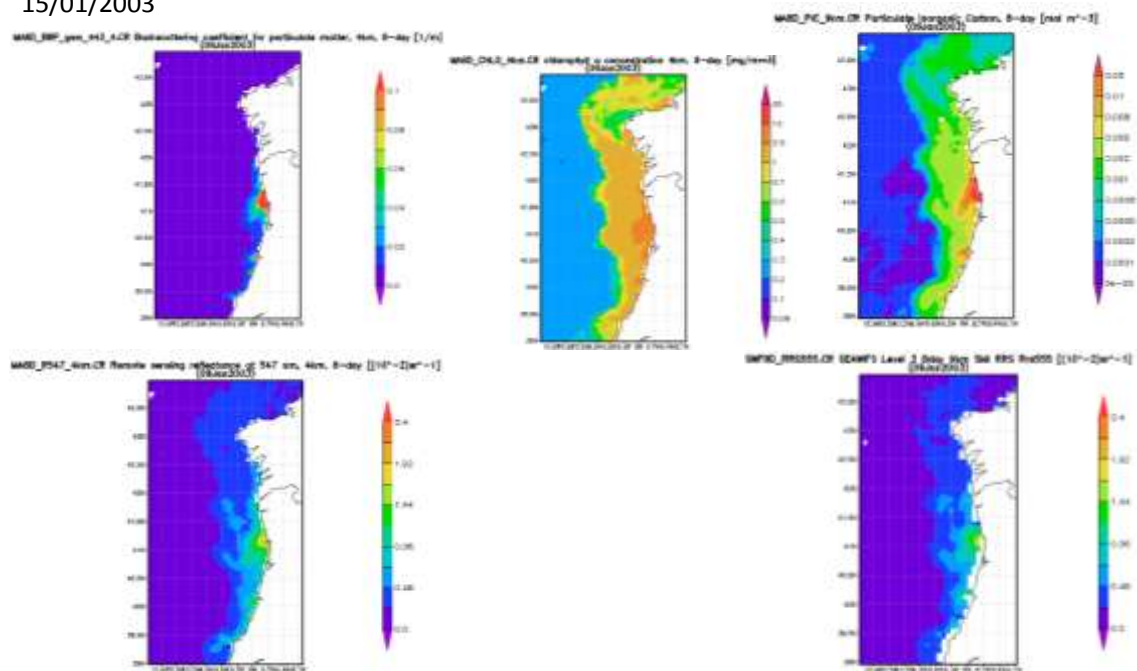
Solução para cada data (imagem do Giovanni)

- Tomamos as datas nas que encontramos plumas no Landsat para analisar no Giovanni

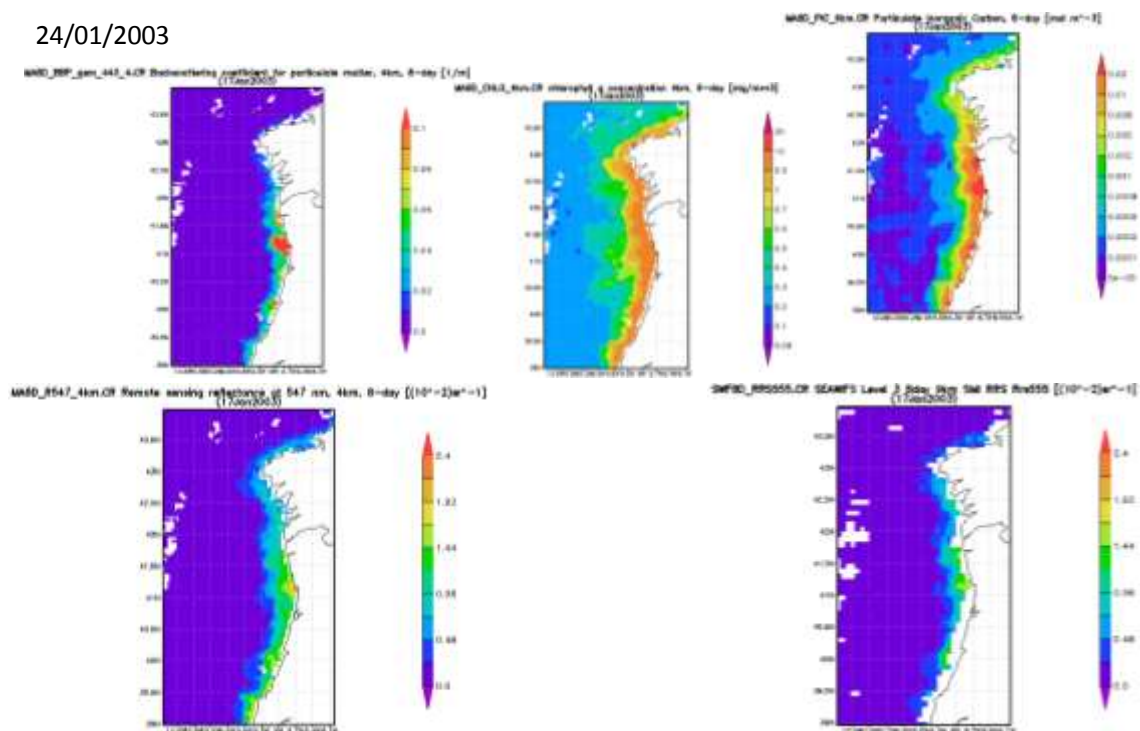


Solução para cada data (imagem do Giovanni para única data)

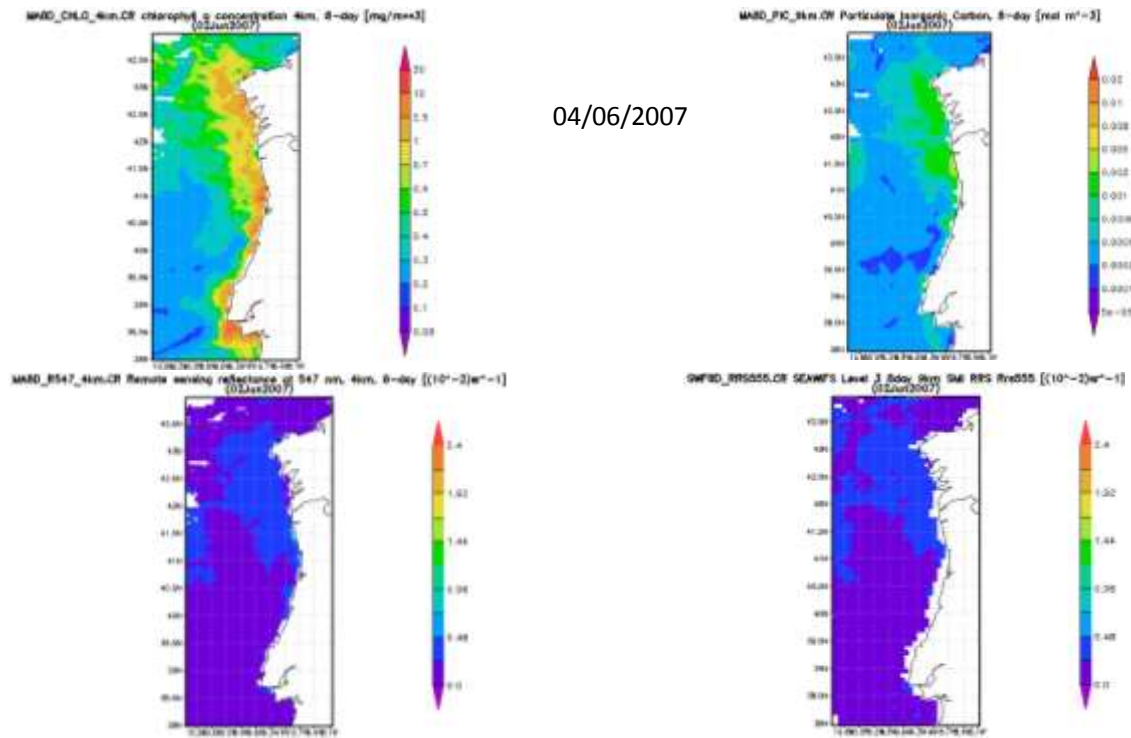
15/01/2003



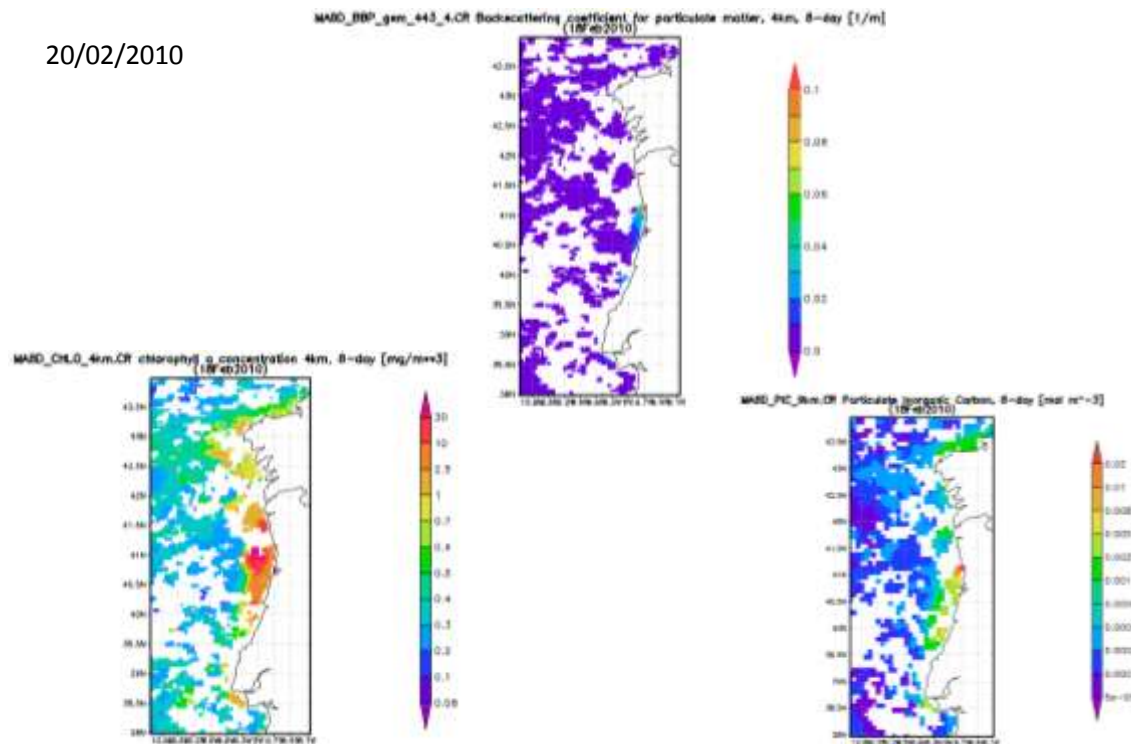
24/01/2003



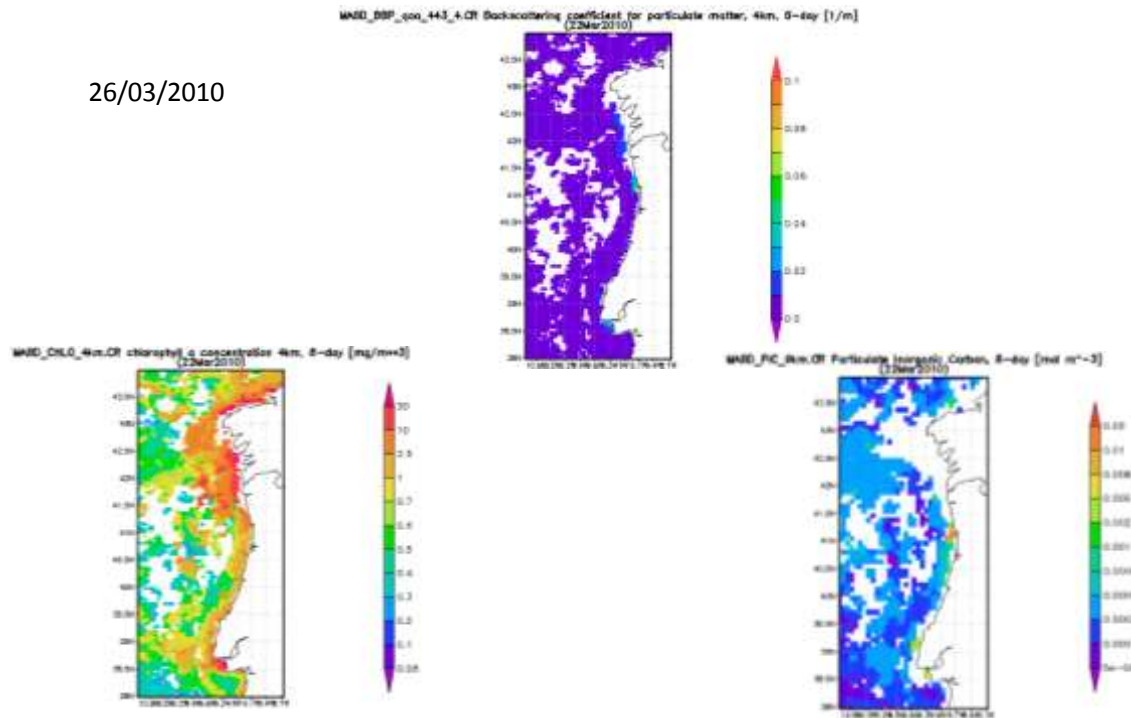
04/06/2007



20/02/2010

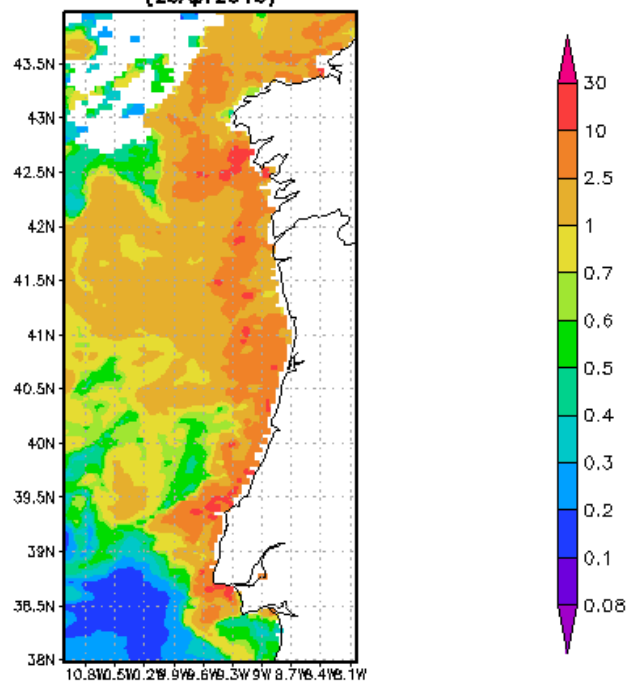


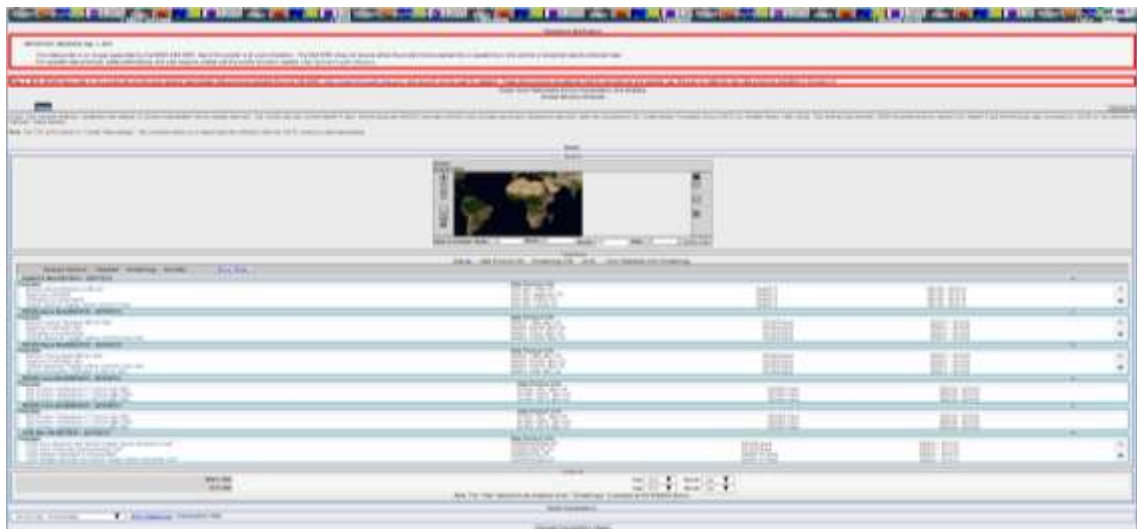
26/03/2010



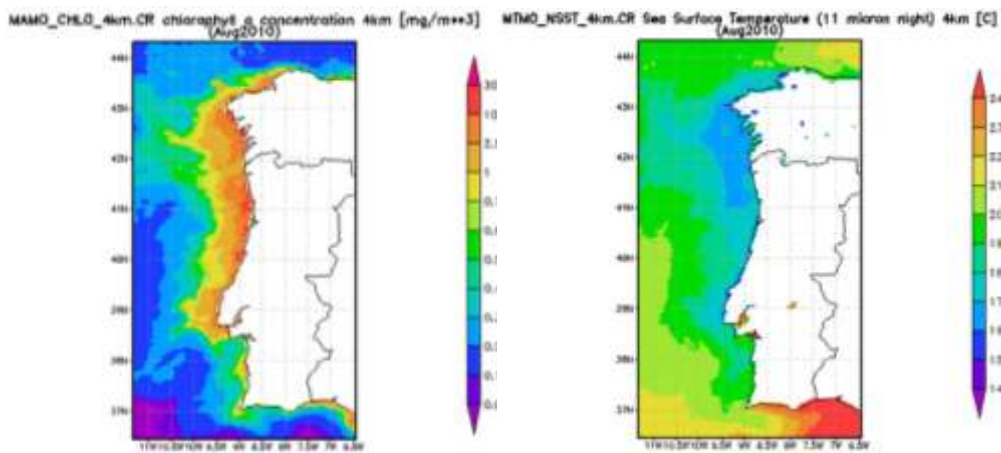
24/04/2013

MA8D_CHLO_4km.CR chlorophyll a concentration 4km, 8-day [mg/m³]
(23Apr2013)

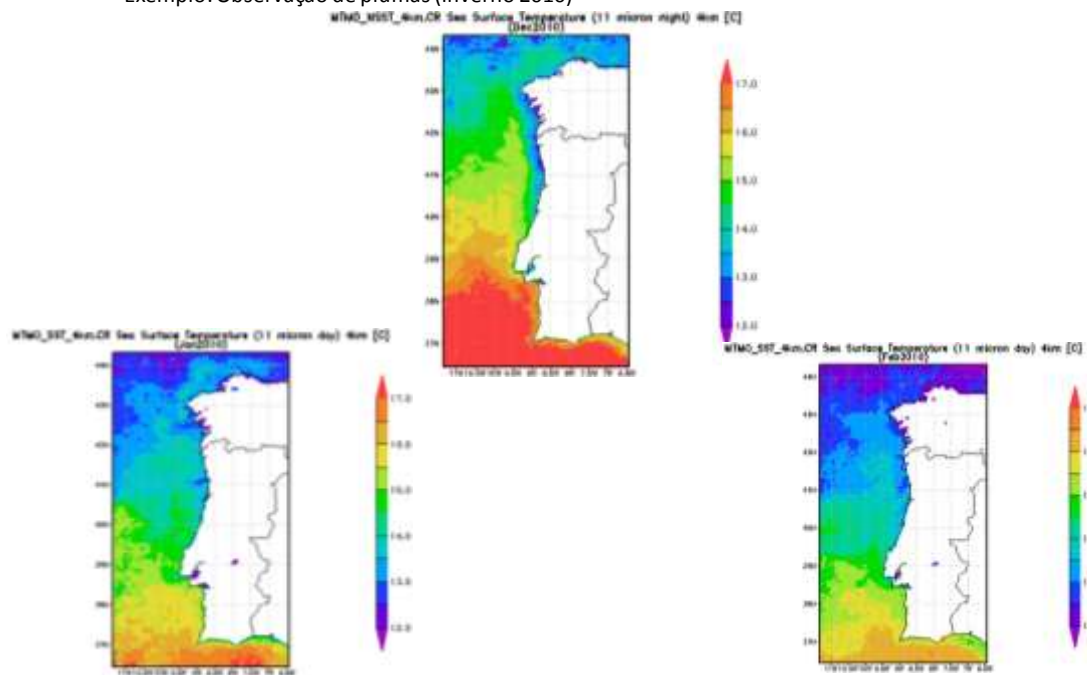




- Exemplo: Observação de Upwelling (Agosto 2010)



- Exemplo: Observação de plumas (Inverno 2010)



2.4 Exercício *ESRL/PSD*

Exercício prático: *ESRL/PSD*

Página para representação de variáveis do Earth System Research Laboratory, Physical Sciences division:

Linear Correlations in Atmospheric Seasonal/Monthly Averages: Representa as correlações das médias sazonais das variáveis procedentes da reanálise do NCEP com séries temporais das teleconexões ou dos índices oceânicos. Estas correlações estão normalmente disponíveis do 1/1948 até o 8/2015.

<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/correlation/>

Monthly/Seasonal climate composites: Representa as médias dos composites sazonais ou a anomalia (média – média total) das variáveis da reanálise do NCEP mas também de outras bases de dados. Os dados da reanálise do NCEP estão disponíveis do 1/1948 até o 8/2015. Outras bases de dados apresentam diferentes intervalos temporais. A climatologia utilizada para calcular as anomalias seleciona o período 1981-2010.

<http://www.esrl.noaa.gov/psd/cgi-bin/data/composites/printpage.pl>

Daily mean composites: Representa a média dos composites diários ou a anomalia (média – média total) das variáveis da reanálise do NCEP/NCAR mas também de outras bases de dados. Como no caso anterior, as anomalias são calculadas em função do período 1981-2010, e os dados estão disponíveis do 1/1948-8/2015.

<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/composites/day/>

6-Hourly NCEP/NCAR Reanalysis Data Composites: Representa os mapas ou os composites das variáveis procedentes da reanálise do NCEP/NCAR. Os dados estão disponíveis do 1/1948 até 19/09/2015.

<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/composites/hour/>

Página para representação de variáveis do Earth System Research Laboratory, Physical Sciences division:

Linear Correlations in Atmospheric Seasonal/Monthly Averages: Representa as correlações das médias sazonais das variáveis procedentes da reanálise do NCEP com séries temporais das teleconexões ou dos índices oceânicos. Estas correlações estão normalmente disponíveis do 1/1948 até o 8/2015.

<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/correlation/>

Monthly/Seasonal climate composites: Representa as médias dos composites sazonais ou a anomalia (média – média total) das variáveis da reanálise do NCEP mas também de outras bases de dados. Os dados da reanálise do NCEP estão disponíveis do 1/1948 até o 8/2015. Outras bases de dados apresentam diferentes intervalos temporais. A climatologia utilizada para calcular as anomalias seleciona o período 1981-2010.

<http://www.esrl.noaa.gov/psd/cgi-bin/data/composites/printpage.pl>

Daily mean composites: Representa a média dos composites diários ou a anomalia (média – média total) das variáveis da reanálise do NCEP/NCAR mas também de outras bases de dados. Como no caso anterior, as anomalias são calculadas em função do período 1981-2010, e os dados estão disponíveis do 1/1948-8/2015.

<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/composites/day/>

6-Hourly NCEP/NCAR Reanalysis Data Composites: Representa os mapas ou os composites das variáveis procedentes da reanálise do NCEP/NCAR. Os dados estão disponíveis do 1/1948 até 19/09/2015.

<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/composites/hour/>

- Principalmente representa dados de reanálise do projeto de melhora dos dados entre os norte-americanos NCEP (National Centers for Environmental Prediction) e NCAR (National Center for Atmospheric Research).
- A reanálise é um método que permite obter uma exaustiva representação do estado do Sistema terrestre.
- Consiste em combinar observações (satélites, observações terrestres) com modelos de previsão para a produção de bases de dados em formato de grelha para várias variáveis atmosféricas e oceanográficas e com diversas resoluções temporais.
- Normalmente estão disponíveis para várias décadas e com resolução global.
- No caso do NCEP/NCAR o objetivo é produzir melhores análises utilizando dados históricos (desde 1948) e produzir análises do estado atual. Fundamentalmente se centram no estado da atmosfera, mas a atmosfera e o oceano são componentes do Sistema climático que estão intimamente ligados, pelo que é preciso analisar os dois como um único Sistema só.
- Os dados de reanálises apresentam uma alta qualidade e utilidade porque utilizam os sistemas mais avançados de assimilação de dados.

- Daily mean composites:
- <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/composites/day/>

The screenshot shows the NOAA Daily Mean Composites web interface. The page title is "Daily Mean Composites" and it includes a sub-header "NOAA/ESRL/PSD/Climate Monitoring System". The main content area contains a form for selecting parameters, time periods, and geographic regions. The form includes sections for "Parameter Selection", "Time Selection", and "Geographic Selection". The "Parameter Selection" section has a table with columns for "Parameter", "Units", and "Frequency". The "Time Selection" section has fields for "Start Date", "End Date", and "Time of Day". The "Geographic Selection" section has fields for "Latitude Range" and "Longitude Range". The form also includes a "Submit" button and a "Print" button.

Variables Geopotential Height ▾ **Analysis level?** 1000mb ▾

Variáveis a representar:

- Altura geopotencial
- Temperatura do ar
- Vento Zonal
- Vento meridional
- Vetor do vento
- Omega
- Pressão ao nível do mar
- Humidade específica
- Humidade relativa
- Interpolação da Outgoing Longwave Radiation (OLR) da NOAA
- Climate data record (CDR) da OLR da NOAA
- ORL sem interpolação da NOAA
- Ratio de precipitação
- Agua precipitável
- Humidade do solo
- Lifted index: Para medição da estabilidade atmosférica
- Temperatura superficial do mar
- Função de corrente
- Velocidade potencial
- Espessura
- Cisalhamento do vento

Nível da atmosfera no que pretendemos fazer o análise. Da desde os 1000 mb (superfície) até os 10 mb, superfície, niveles sigma, etc

Enter Year, Month and Day for composites To subtract one set of days from another, use a minus sign (-) before the years of the days that are to be subtracted. Default is last available date for variable.

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

OR Jan * 1 * to Jan * 1 * Enter Year of last day of range

OR File with Dates Optional Plot Label replaces list of dates.

Filename: Plot Label:

Days to add or subtract:

This number of days will be added (or subtracted) from all input dates. Please use all positive dates for input.

Introduzimos a data. Há varias hipóteses:

- **Dia a dia (year, month, day)**
- **Um período determinado**
- **Ou criar um ascii com as datas**

Definimos as características que vai ter a nossa imagem

Color ou preto e branco → **Color?**

Sombreado ou contornos → **Shading Type**

Representação de médias, anomalias ou climatologia → **Plot type?** ☒ Mean ☐ Anomaly ☐ Climo

Escalado da figura e colocação de etiquetas nos contornos → **Scale Plot Size(%)** **Plot contour labels?** ☒ No ☐ Yes

Override default contour interval ? Interval: Range: low high

State boundaries: ☒ No ☐ Yes

Region of globe:

//CUSTOM:

Enter lowest lat (-90 to 90) Highest lat

Enter western most longitude (0 to 360) Eastern most longitude

Choose projection for CUSTOM: **Choose height range for CROSSECTION:** to

Definimos as características que vai ter a nossa imagem

Reescrever o intervalo do contorno dado por defeito e em que rango → **Override default contour interval ?** Interval: Range: low high

Fronteiras → **State boundaries:** ☒ No ☐ Yes

Área a representar (áreas por defeito) → **Region of globe:**

Se queremos fazer a nossa própria área (custom) escrevemos cá as suas características: limites de lat y lon, tipo de projeção

//CUSTOM:

Enter lowest lat (-90 to 90) Highest lat

Enter western most longitude (0 to 360) Eastern most longitude

Choose projection for CUSTOM: **Choose height range for CROSSECTION:** to

Criamos a nossa imagem

 (Report Bugs)

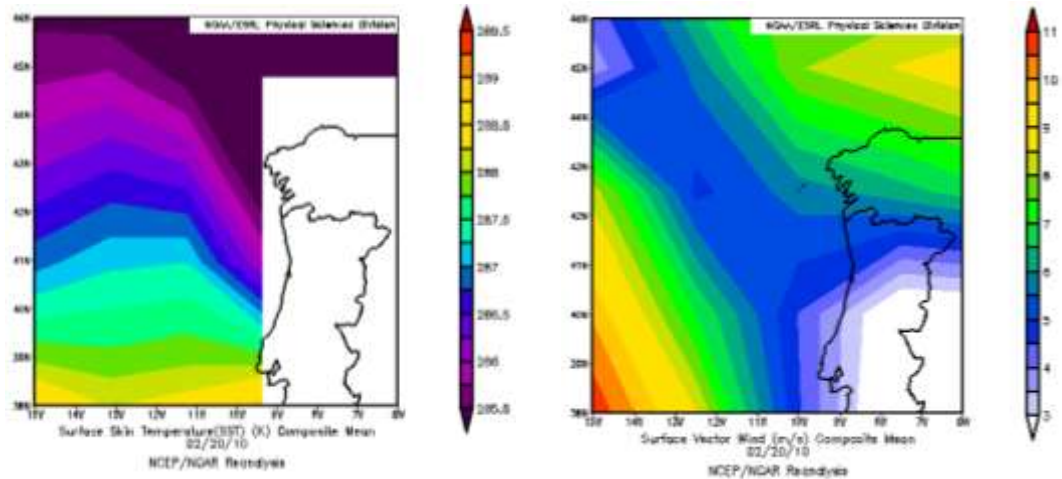
Exemplo ESRL/PSD

Region of globe Custom

CUSTOM:

Enter lowest lat (-90 to 90) 38 Highest lat 46

Enter western most longitude (0 to 360) -15 Eastern most longitude -6



- Tentar outros exemplos
 - 05/01/1985
 - 02/09/1990
 - 07/01/2000
 - 24/02/2000
 - 20/03/2000
 - 26/02/2001
 - 01/04/2001
 - 15/01/2003
 - 24/01/2003
 - 04/06/2007
 - ~~20/02/2010~~
 - 26/03/2010
 - 24/04/2013

- Monthly/Seasonal climate composites:
- <http://www.esrl.noaa.gov/psd/cgi-bin/data/composites/printpage.pl>

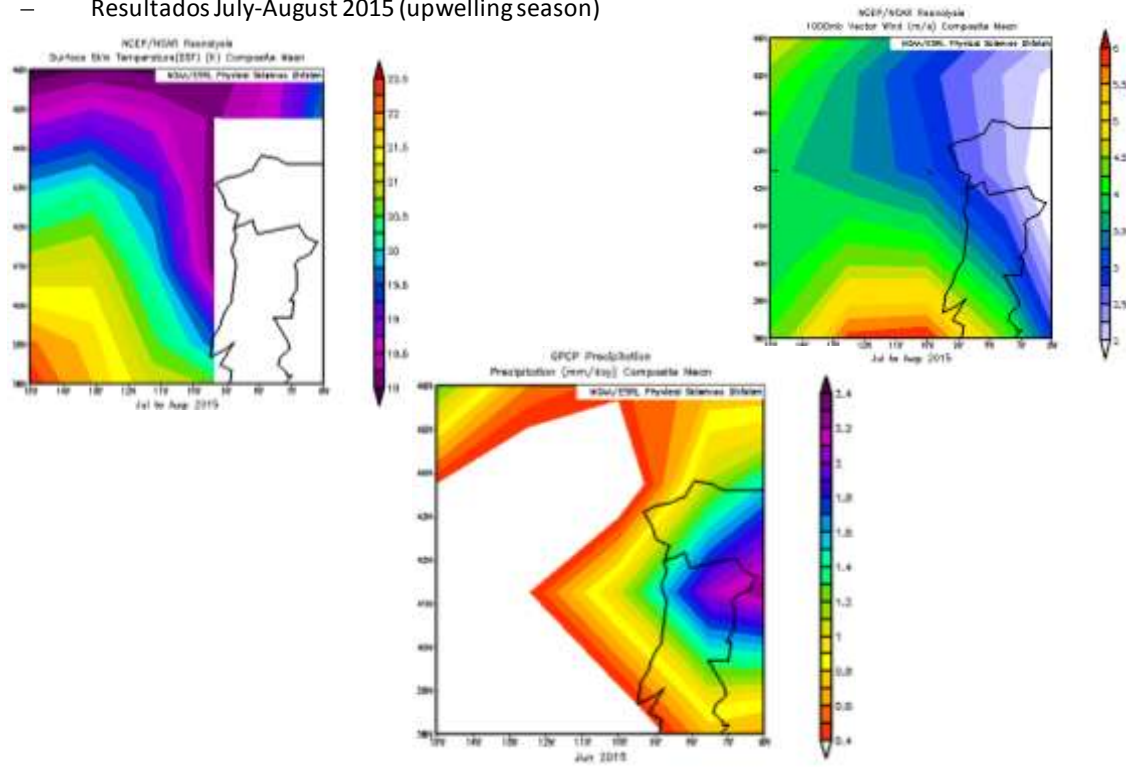
The screenshot shows the NOAA Earth System Research Laboratory website. The main heading is 'Monthly/Seasonal Climate Composites'. Below this, there is a form with several sections:

- Station Selection:** Includes a dropdown for 'Station' and a text input for 'Station Name'.
- Date Range:** Includes dropdowns for 'Start Date' and 'End Date', and a text input for 'Date Range'.
- Climate Variables:** Includes a dropdown for 'Variable' and a text input for 'Variable Name'.
- Units:** Includes a dropdown for 'Units' and a text input for 'Units'.
- Options:** Includes checkboxes for 'Show Data', 'Show Graphs', and 'Show Tables'.
- Buttons:** Includes a 'Submit' button.

- A estrutura é parecida ao diário mas agora introduzimos meses no lugar de dias

This is a duplicate of the screenshot above, showing the NOAA Earth System Research Laboratory website with the 'Monthly/Seasonal Climate Composites' form. The form includes fields for station selection, date range, and various climate variables.

- Resultados July-August 2015 (upwelling season)



- Tentar outros exemplos
 - Upwelling outros anos
 - Climatologia de inverno

2.5 Exercício *SeaDAS*

Exercício prático: SeaDas

- SeaDas é um software de análise de imagens de satélite que permite processar, visualizar, analisar e controlar os dados representados. É um conjunto de ferramentas executáveis e uma interface de programação que facilita o uso da ferramenta.
- Suporta a maior parte dos dados de missões internacionais através dos vários níveis de processamento. Algumas das missões são:

MODIS
SeaWiFS
CZCS
VIIRS
HICO
Aquarius
Landsat8/OLI
MERIS
OCTS
OCM
OCM-2
OSMI
MOS
GOCI



- É open source e as suas capacidades o converteram em uma ferramenta amplamente utilizada pela comunidade científica.
- Focasse principalmente no análise dos dados da cor do oceano, mas pode ser aplicado a muitas análises.

- Vantagens:

Rapidez na exibição das imagens

Diversas camadas e manipulação delas como imagens de outras bandas, de servidores ou ESRI shapefiles

Varias ferramentas estatísticas e de representação

Reprojeção e orto-retificação precisas

Geo-codificação e retificação usando pontos de controle

Máscaras de litoral, terra e mar



– Ferramentas:

Ferramentas de Análise: Para análise e plotagem estatística.

Ferramentas banda: Criam novas bandas dentro de um arquivo. Existem dois tipos de bandas; virtual e real. A banda virtual é uma banda derivada que é dependente através de algum algoritmo ou equação matemática sobre a existência de outras bandas e/ou máscaras. A banda real não tem dependências.

Ferramentas de cores: Para adicionar um esquema de cores a uma imagem.

Processadores de Dados: Para processamento de dados entre os vários níveis (ie Nível 0 a nível 3).

Ferramentas de arquivo: Abrir, salvar e fechar arquivos

Ferramentas Geo-Codificação: Usado para anexação e desanexação de geo-coding

Ferramentas de geometria: Criar e gerir geometrias que são “vector shapes” na imagem. Cada geometria tem associada a sua máscara.

Ferramentas do GCP: Um ponto de controlo no solo é um marcador para uma determinada posição geográfica no interior de uma imagem geo-referenciada.



– Ferramentas:

Ferramentas de análise de Imagem: Ferramenta de processamento para produzir ficheiros usando a análise de cluster ou análise de componentes principais.

Ferramentas Informações: Mostram informações.

Ferramentas de camada: Para criar camadas, e para manipular as camadas no interior da pilha de camadas.

Ferramentas de Localização: Estas ferramentas são usadas para navegar em torno de uma imagem ou visualizar a sua localização.

Ferramentas máscara: Para criar máscaras.

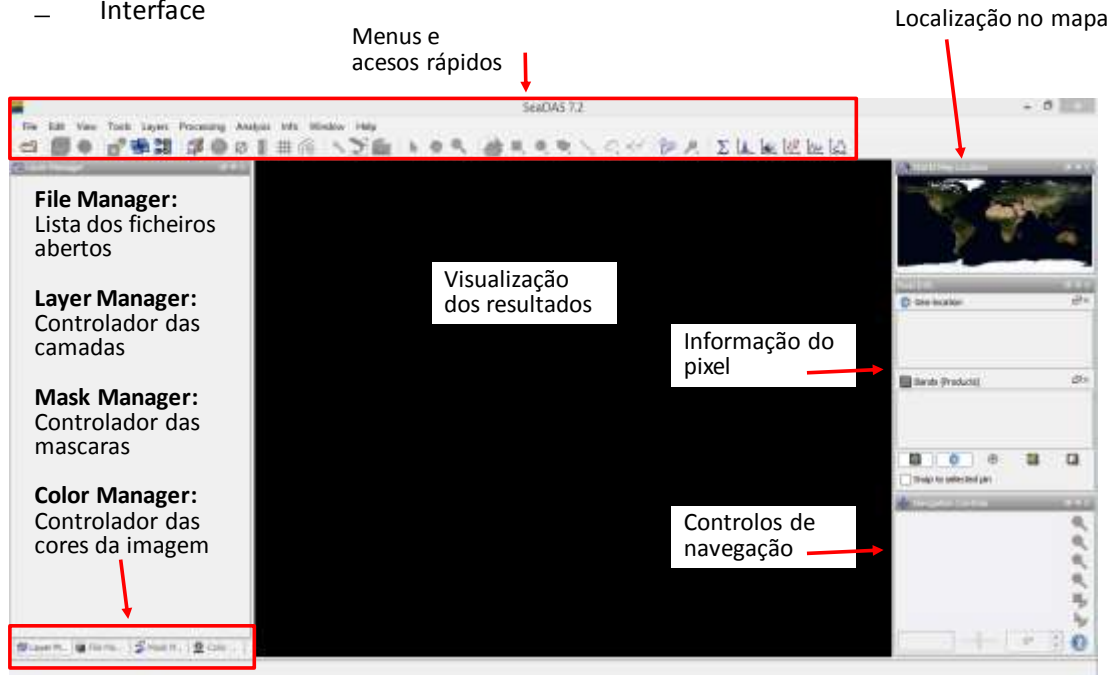
Ferramentas Pin: Um pin é um marcador para uma determinada posição geográfica no interior de uma imagem de geo-referenciada. Podem ser usados para "congelar" o "Pixel Info View" e o "Spectrum View" do pin selecionado, mostrando os valores de pixel associado com ele

Ferramentas de processamento: Trabalham no ficheiro atual e o processam para novo arquivo usando operações específicas.

Time Series: Para produzir uma série de tempo



– Interface





Layers Tool Bar



Show No-Data Overlay

Toggles the overlay of the [No-Data Overlay](#) over the band's [Image View](#). See also [No-Data Value](#). The No-Data overlay properties can be modified in the [Preferences Dialog](#).



Show Geometry Overlay

Toggles the overlay of a geometry container over a band's [Image View](#). See also [Vector Data Management](#). The geometry overlay properties can be modified in the [Preferences Dialog](#).



Show Graticule Overlay

Toggles the overlay of a [graticule](#) (geographic lat/lon grid) over the current image. The graticule overlay properties can be modified in the [Preferences Dialog](#).



Show Pins

Toggles whether or not to display the pins defined for the current product in the current image view.



Show GCPs

Toggles whether or not to display the GCPs defined for the current product in the current image view.



Show World Map Overlay

Toggles whether or not to display a world map layer. Which kind of world map layer is displayed can be [Preferences Dialog](#).



Analysis Tool Bar



Information...

Opens a dialog window that shows the [properties](#) of the selected band or tie-point grid and the current product.



Geo-Coding Information...

Opens a dialog window that displays the [geo-coding information](#) for the product currently selected.



Statistics...

Opens the [Statistics](#) dialog that displays statistical information for the selected band or tie-point grid.



Histogram...

Opens the [Histogram](#) dialog that displays a configurable histogram for the selected band or tie-point grid.



Scatter Plot...

Opens the [Scatter Plot](#) dialog that displays a configurable scatter plot for two selected bands or tie-point grids.



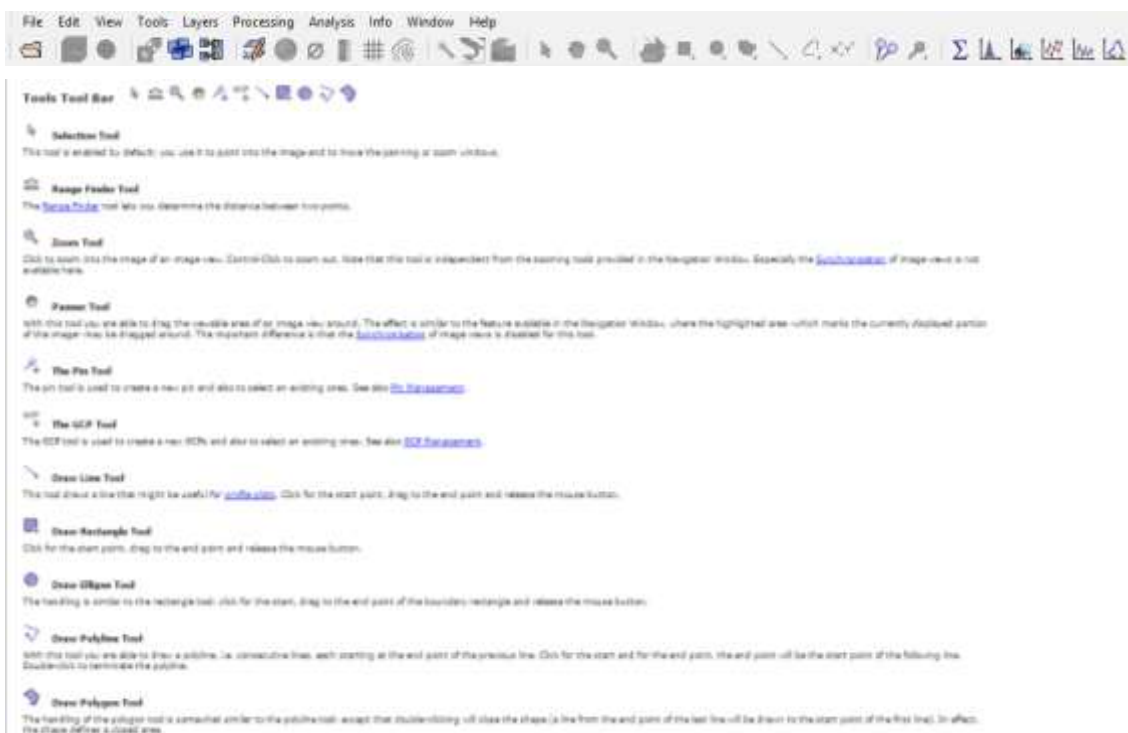
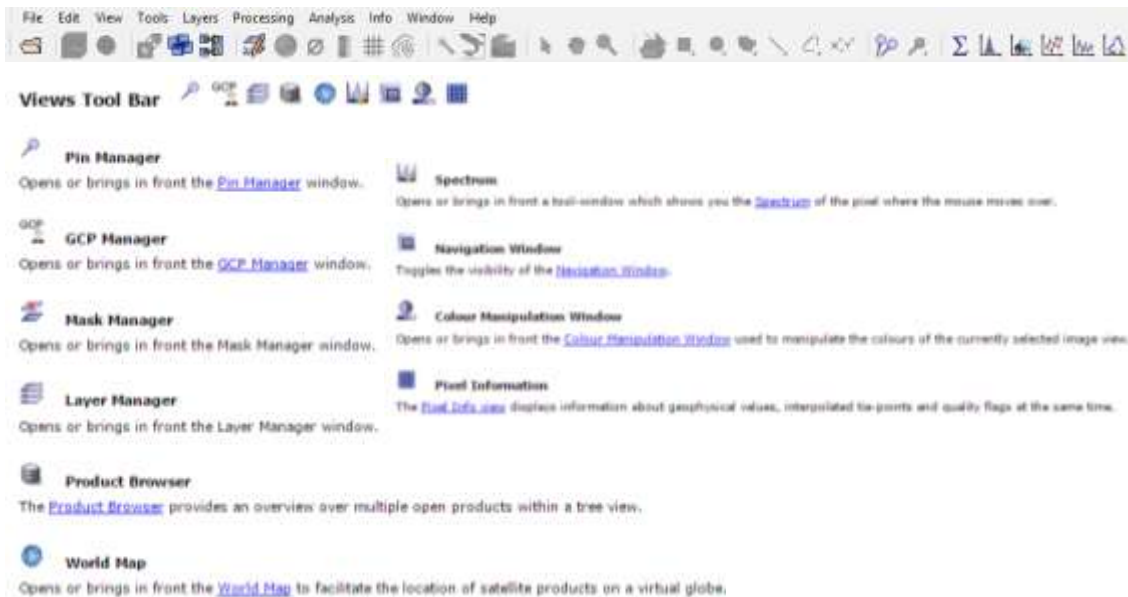
Correlative Plot...

Opens the [Correlative Plot](#) dialog that displays a configurable correlative plot to display raster vs. correlative data (e.g. obtained from in-situ measurements) for distinct vertex points.



Profile Plot...

Opens the [Profile Plot](#) dialog that displays a configurable profile plot which can be used to either display raster data along a transect line, or to compare raster data against correlative data along a vertex shape (e.g. representing a sequence of in-situ measurements).



- Antes de abrir uma imagem de satélite temos de descarrega-la
- Para isso vamos utilizar a OceanColor Web da NASA:
- <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/cms/homepage>
- OceanColor recolhe, processa, calibra, valida, guarda e distribui os produtos desde 1996 relacionados com o oceano e procedentes de missões de satélites que proporcionam dados da cor do oceano, da temperatura superficial do mar o da salinidade superficial do mar.



Data Access

Overview

Level 1&2 Browser

Level 3 Browser

Direct Data Access

Data File Search

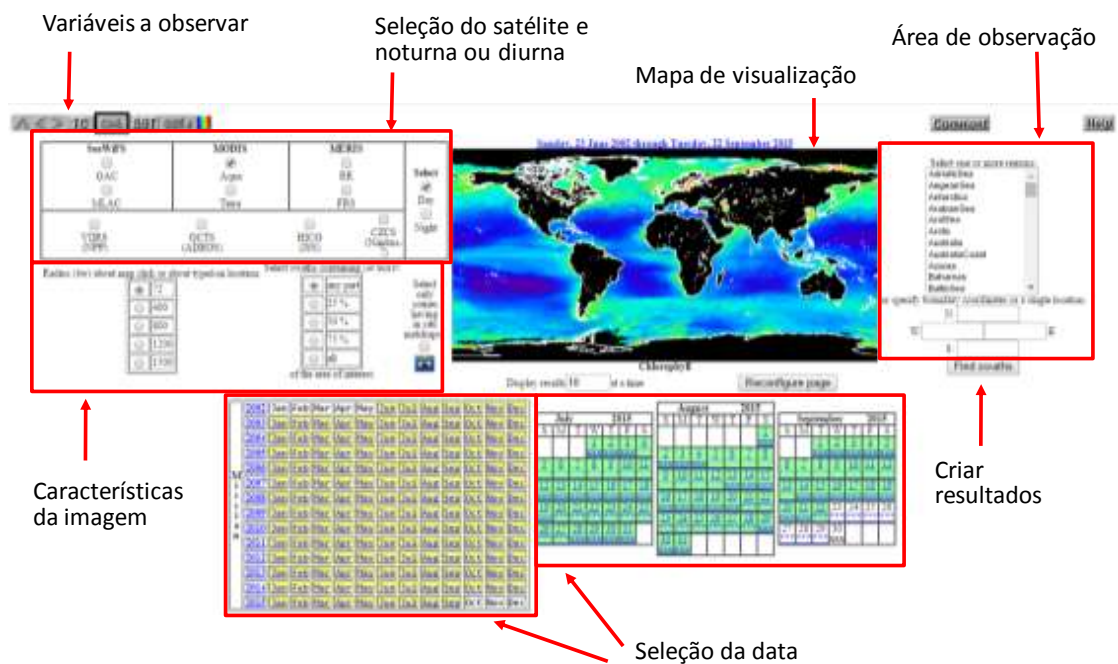
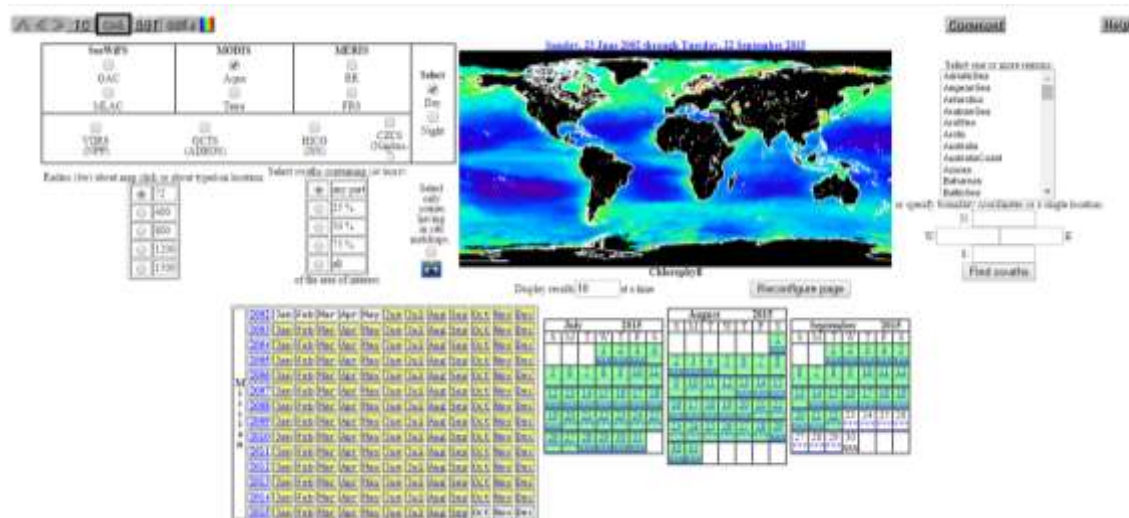
Data Subscription

OPeNDAP

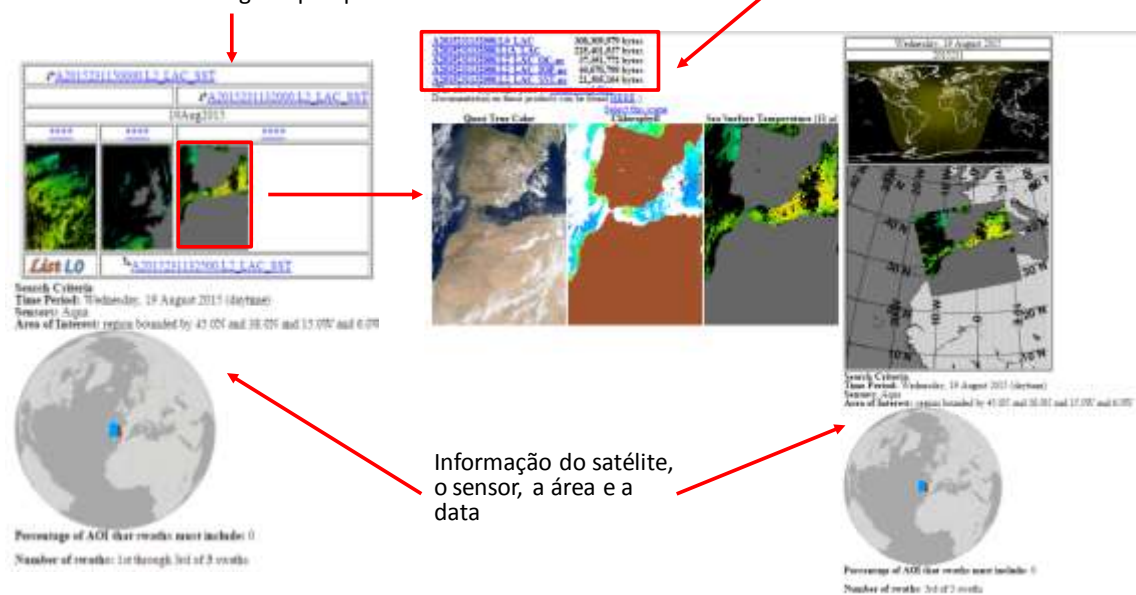
SeaBASS Field Data

Other Resources

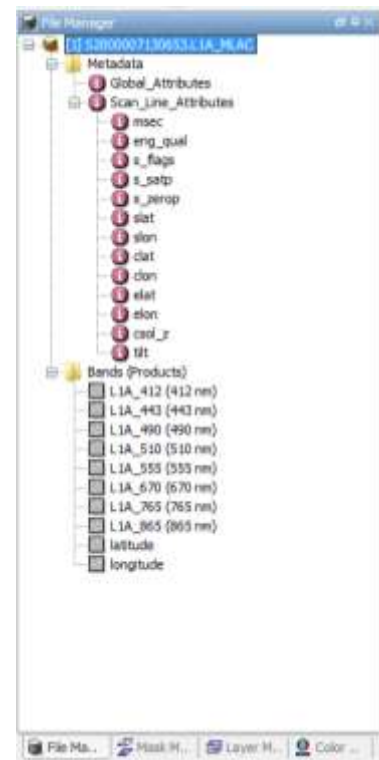
- Level 1 & 2 Browser
- <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/cgi/browse.pl?sen=am>



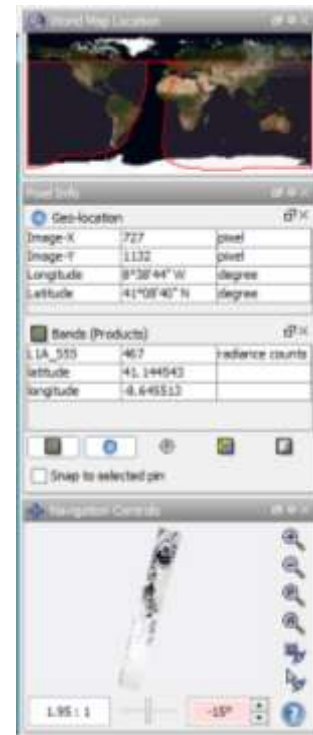
Links de descarga direta



- Uma vez descarregados voltamos ao SeaDas
- Abrimos File -> Open e seleccionamos o/s produto/s que queremos abrir (exemplo: 2000_01_07_seawifs_mlac, S2000007130653.L1A_MLAC).
- No File Manager expandimos as pastas para ver o que contem o ficheiro.
- Os metadatos são os dados da imagem representada. Com doble clique abrem em formato de tabela.
- Abrir os Global Attributes e mais algum para ver o seu conteúdo.
- As bandas representam diferentes longitudes de onda ou produtos que estão dentro do ficheiro de dados.
- Doble clique na banda mostra os dados.
- Experimentar com a banda L1A_555 nm
- Introduzimos zoom sobre a área da Península Ibérica
- Colocamos a figura direita com o controlo circular do canto superior esquerdo



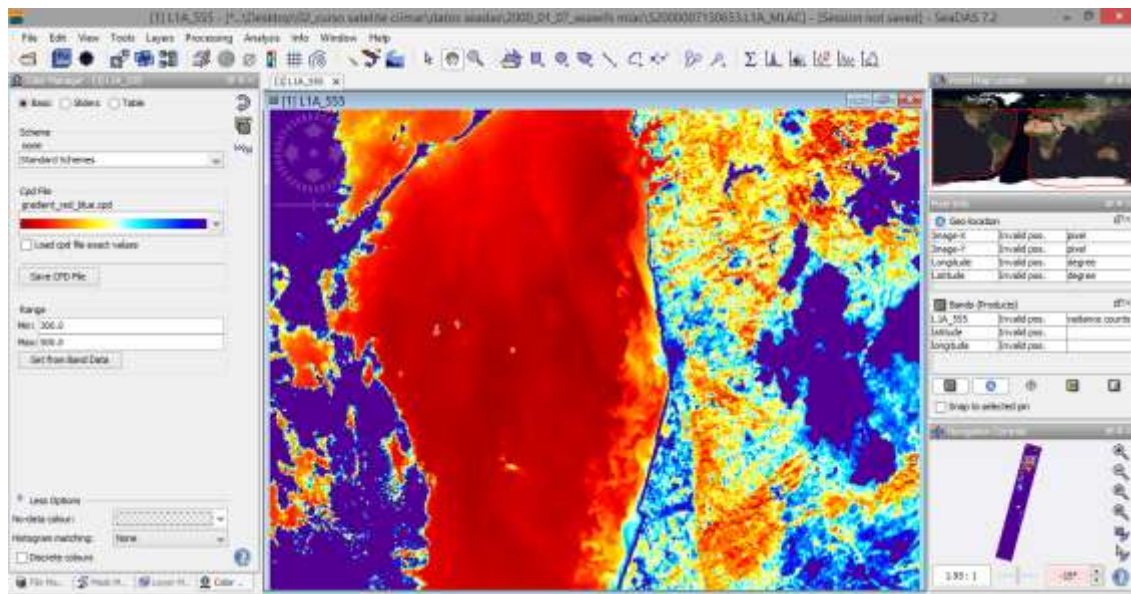
- Observar os controlos da direita
- O mapa marca a área de percorrido do satélite
- Passando o rato na imagem obtemos a informação dos pixeles pelos que vamos colocando o rato
- As bandas mostram o produto que estamos a representar
- Os controles de navegação mostram o total da imagem de satélite. Tem um menu adicional para controlo do zoom da figura.



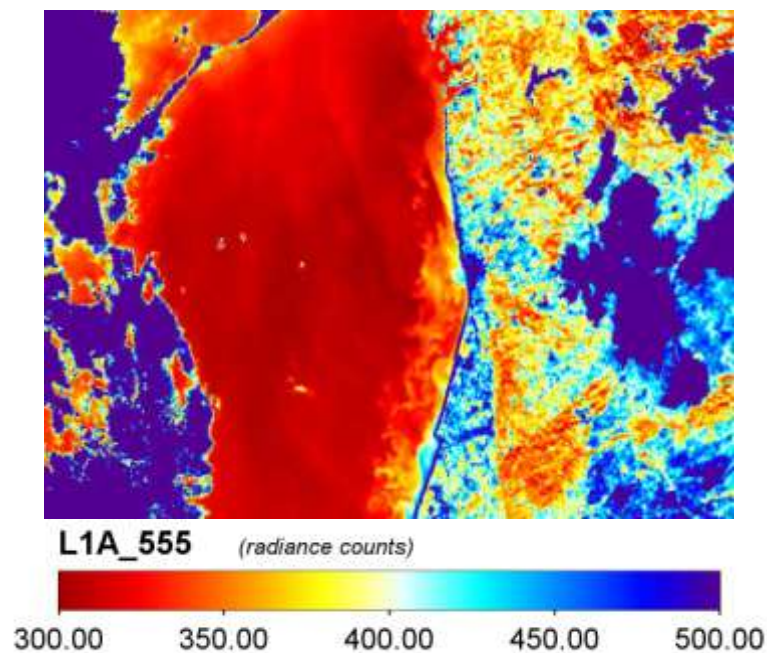
- Vamos agora ao Color Manager
- Mudamos a colorbar (Cpd File) para alguma com escala de cores (escolher alguma que permita ver estruturas na zona costeira)
- Podemos modificar o rango da nossa representação se achamos que não é suficientemente exato.
- As opções do Sliders e o Table são para configurações da colorbar mais precisas
- No menu podemos ir a Tools -> Coastline, land and Water e gerar uma mascara que nos desenhe a costa. Importante: Marcar a transparência baixa para permitir ver a figura de satélite e um código de cores que se diferencie da nossa colorbar.



Resultado

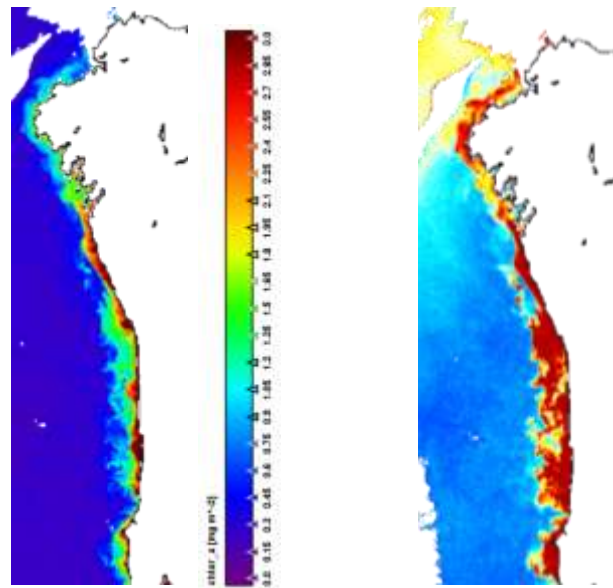


- Para guardar a figura como imagem vamos a File -> Export Utilities e guardamos a imagem e a colorbar



- Agora fazemos o mesmo com o 2000_01_07_seawifs mlac, S2000007130653.L2_MLAC_OC e representamos as bandas de Chl-a e Rrs_555
- Resultado?

- Agora fazemos o mesmo com o 2000_01_07_seawifs mlac, S2000007130653.L2_MLAC_OC e representamos as bandas de Chl-a e Rrs_555
- Resultado?

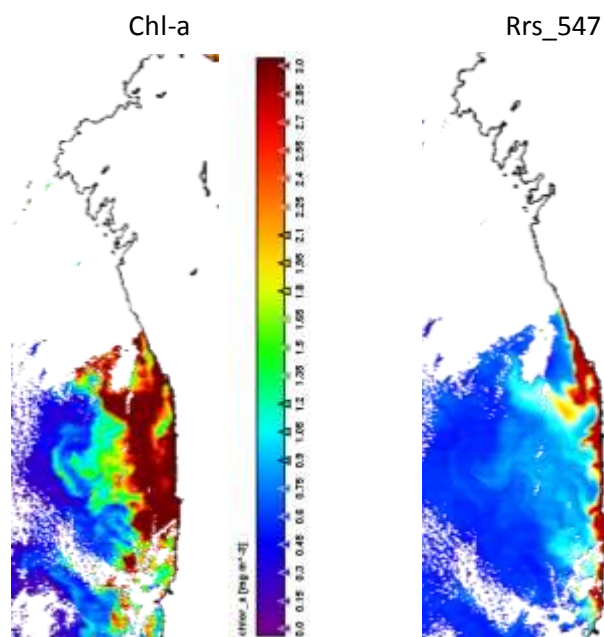


Exemplo SeaDas

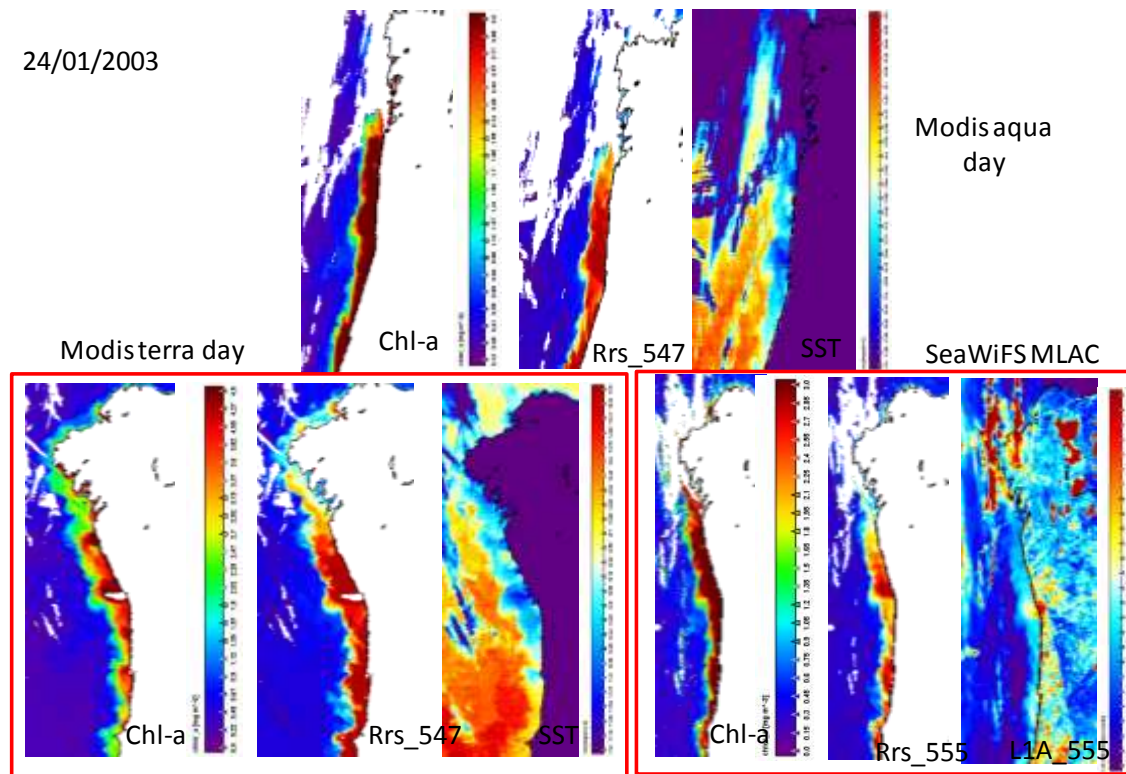
- Experimentar com alguma das outras datas fornecidas
- Resultado?

26/02/2001

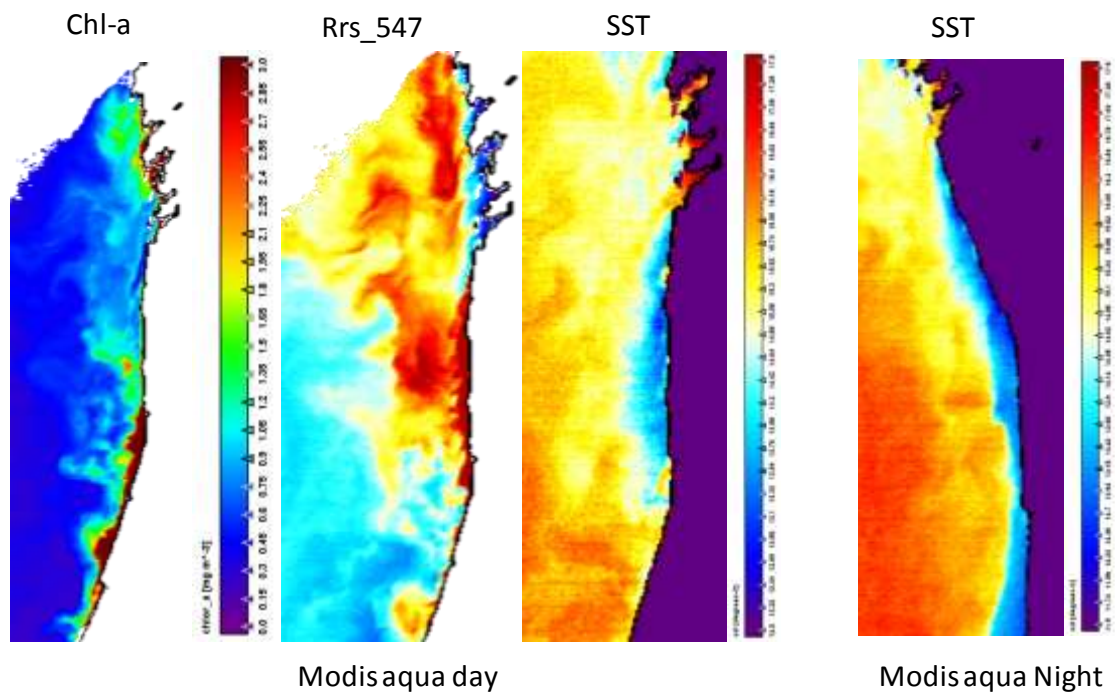
Modisterra day



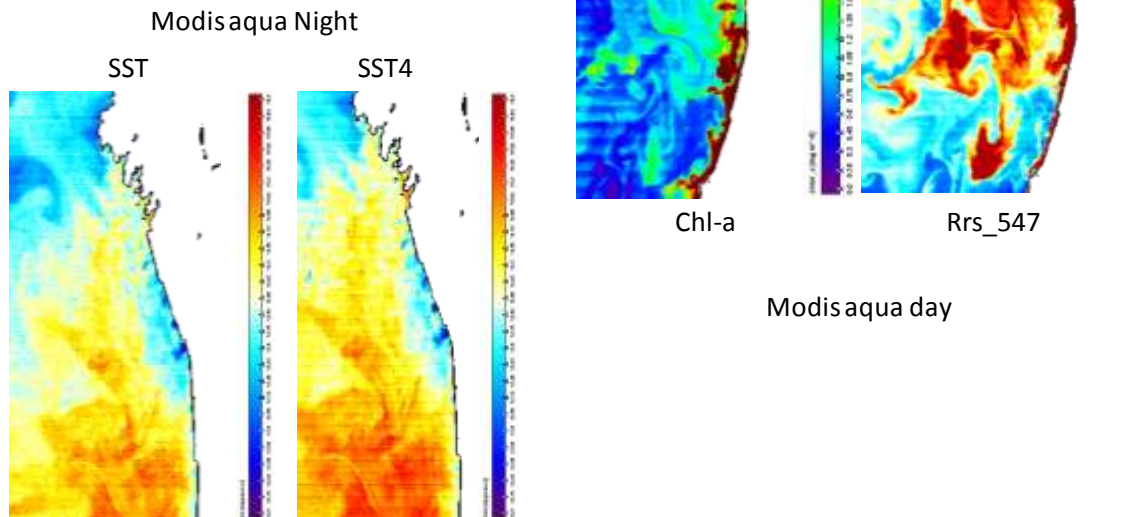
24/01/2003



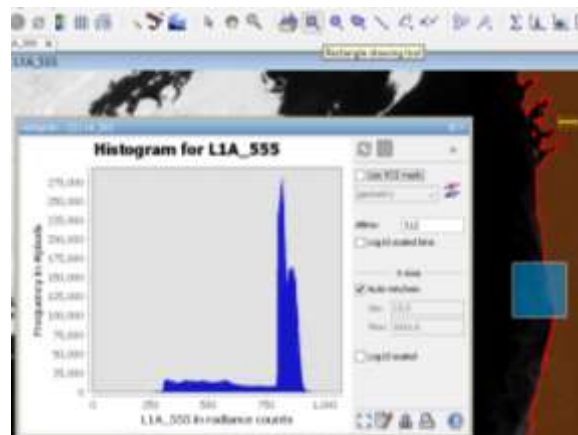
04/06/2007



24/04/2013



- O SeaDas tem muitas opções não exploradas em esta prática.
- Por exemplo, para realizar uma análise estatística para um histograma haveria de selecionar uma área e depois representar (ver exemplo). Os Profile plots seriam desenhado linhas, e as Spectrum View mexendo o rato por cima da imagem de satélite



- Para aprofundar no funcionamento do software podem ir ao help do software:
- <http://seadas.gsfc.nasa.gov/help/>

2.6 Exercício IDV

Exercício prático: IDV

- O IDV (Integrated Data Viewer), desenvolvido pela UPC (Unidata Program Center) que forma parte da UCAR (University Corporation for Atmospheric Research), é um software baseado em Java para análise e visualização de dados de geociências.
- É open source e contém um display para os dados e um Sistema de software completo.
- Permite visualização em 3D da Terra, a realização interativa de várias análises e a representação dos dados como cross-sections, perfis verticais, animações, etc.
- Permite trabalhar sobre ficheiros no nosso computador mais também acede a servidores remotos para descarregar dados.
- Permite a análise de uma grande variedade de dados de diferentes formatos em um único software.
- Pode trabalhar com imagens de satélite, data em grelhas, observações de superfície, radiossondas ou dados de radares.



– Dados que consegue ler

Gridded data	Numerical weather prediction models, climate analysis, gridded oceanographic datasets, NCEP/NCAR Reanalysis	<ul style="list-style-type: none"> - netCDF(2) - GRIB (versions 1&2) - Vis5D - GEMPAK 	<ul style="list-style-type: none"> - local files, HTTP, TDS servers - local files, TDS servers - local files, HTTP - local files, TDS servers
Satellite imagery	Geostationary satellite imagery, MODIS, derived satellite products	<ul style="list-style-type: none"> - ADDE (3) - McIDAS AREA - GINI 	<ul style="list-style-type: none"> - ADDE servers - local files, ADDE servers - local files, TDS servers
Radar data	NEXRAD Level II, Level III, TDWR, Universal Format (UF) and DORADE radar data	<ul style="list-style-type: none"> - Level II - Level III/TDWR - Universal Format (UF) - DORADE 	<ul style="list-style-type: none"> - local files or TDS (bzip2 compressed or uncompressed) - ADDE servers, local files or TDS

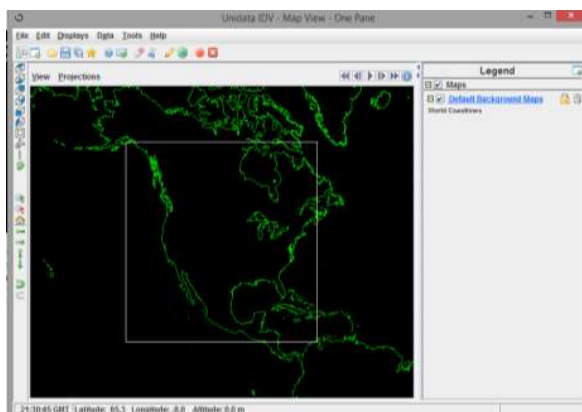
- Dados que consegue ler

Point observations	Surface observations (METAR, SYNOP, Ship/buoy), earthquake observations	<ul style="list-style-type: none"> - ADDE - netCDF (Unidata, AWIPS/MADIS formats) - GEMPAK (Surface) - Text (ASCII, CSV), Excel spreadsheet⁴ 	<ul style="list-style-type: none"> - ADDE servers - local files - local files - local files
Trajectories	Aircraft observations	<ul style="list-style-type: none"> - netCDF (RAF convention) - Text (ASCII, CSV)⁴ 	<ul style="list-style-type: none"> - local files - local files
RAOBs	Global balloon soundings	<ul style="list-style-type: none"> - ADDE - netCDF(Unidata, AWIPS/MADIS formats) - CMA text format 	<ul style="list-style-type: none"> - ADDE - local files - local files

Profiler	NOAA Profiler Network winds	ADDE	ADDE servers
GIS data	Data typically used in Geographic Information Systems (GIS)	<ul style="list-style-type: none"> - ESRI Shapefile - USGS DEM 	<ul style="list-style-type: none"> - local files, HTTP - local files
QuickTime	QuickTime movies (without extensions)	QuickTime	Local files, HTTP

- Uma das principais vantagens que tem o IDV e o seu acesso a servidores remotos
- A comunidade da Unidata mantém vários servidores ADDE's (Abstract Data Distribution Environment) para prover ao IDV de dados a tempo real e históricos. Alguns de estes dados incluem imagens de satélite, dados de radar, dados de superfície e perfis verticais.
- Se consegue aceder por protocolo OPeNDAP aos servidores Thredds para dados em grelha (formatos netCDF, GRIB ou GEMPAK) e dados de radar.
- Também a maior parte das fontes de dados podem ser descarregadas com o protocolo HTTP.
- Para os que trabalhem com esses ADDE's o IDV fornece uma lista dos servidores aos que se consegue aceder.
- Estos dados incluem:
 - RTIMAGES: Imagens do GOES este e oeste na sua visão original, sem remapeado. Inclui também composites da Antártida.
 - GINIEAST: Imagens do GOES este remapeados às projeções cónica, Mercator (cilíndrico equidistante) o polar.
 - GINIWEST: Imagens do GOES este remapeados às projeções cónica, Mercator (cilíndrico equidistante) o polar.
 - GINICOMP: Composite dos GINIEAST e GINIWEST
 - CIMSS: Produtos derivados de um ou mais canais.
 - NEXRCOMP: Composites das imagens de radar com dados de 1 km, 6 km, 10 km, dados de 1h de precipitação total e de precipitação associada a trovoadas.

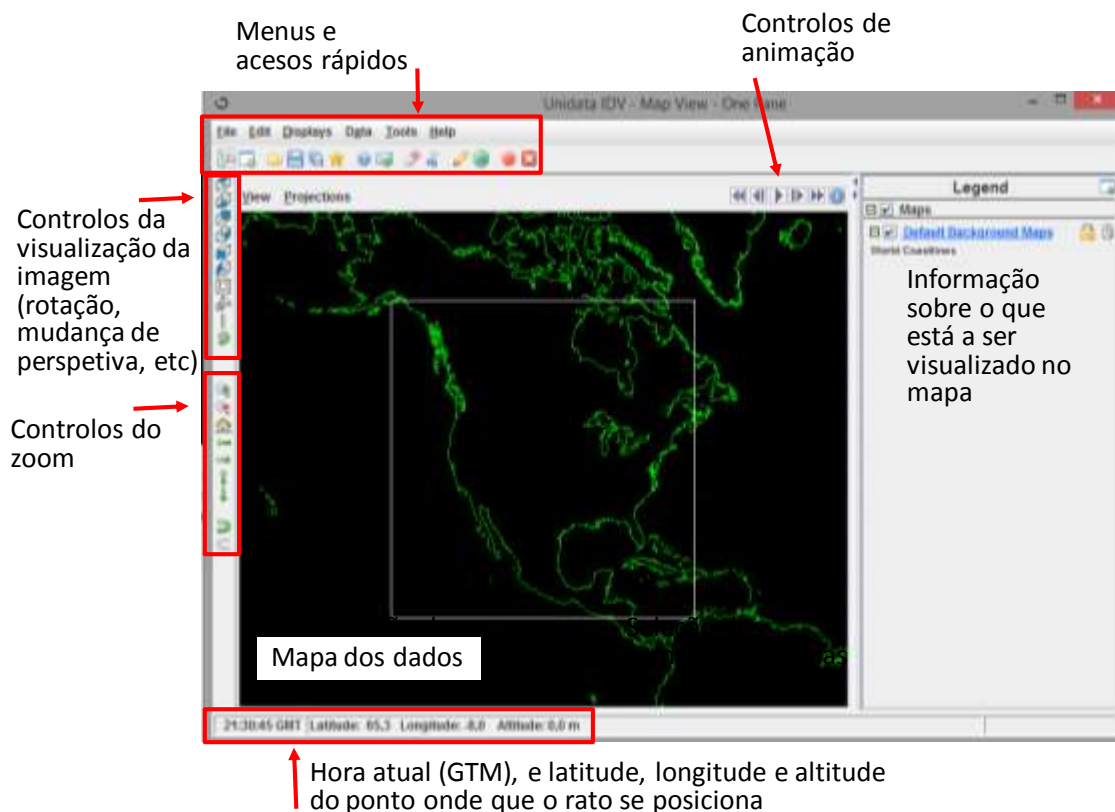
- Os ficheiros netCDF (Network Common Data Form) são muito utilizados nas geociências e podem ser utilizados para guardar grande quantidade de tipos de dados desde observações em um único ponto, series temporais, grelhas regulares ou imagens de radar ou de satélite.
- Para poder utilizar estos dados no IDV é preciso que os netCDF's conttenham os metadatos standard para poder geolocaliza-los.
- O IDV também consegue trabalhar com dados de texto tipo ASCII ou CSV (comma-separated value), por exemplo para dados em um único ponto ou trajetórias (por exemplo de navios ou aviões)
- Interface (dupla janela)

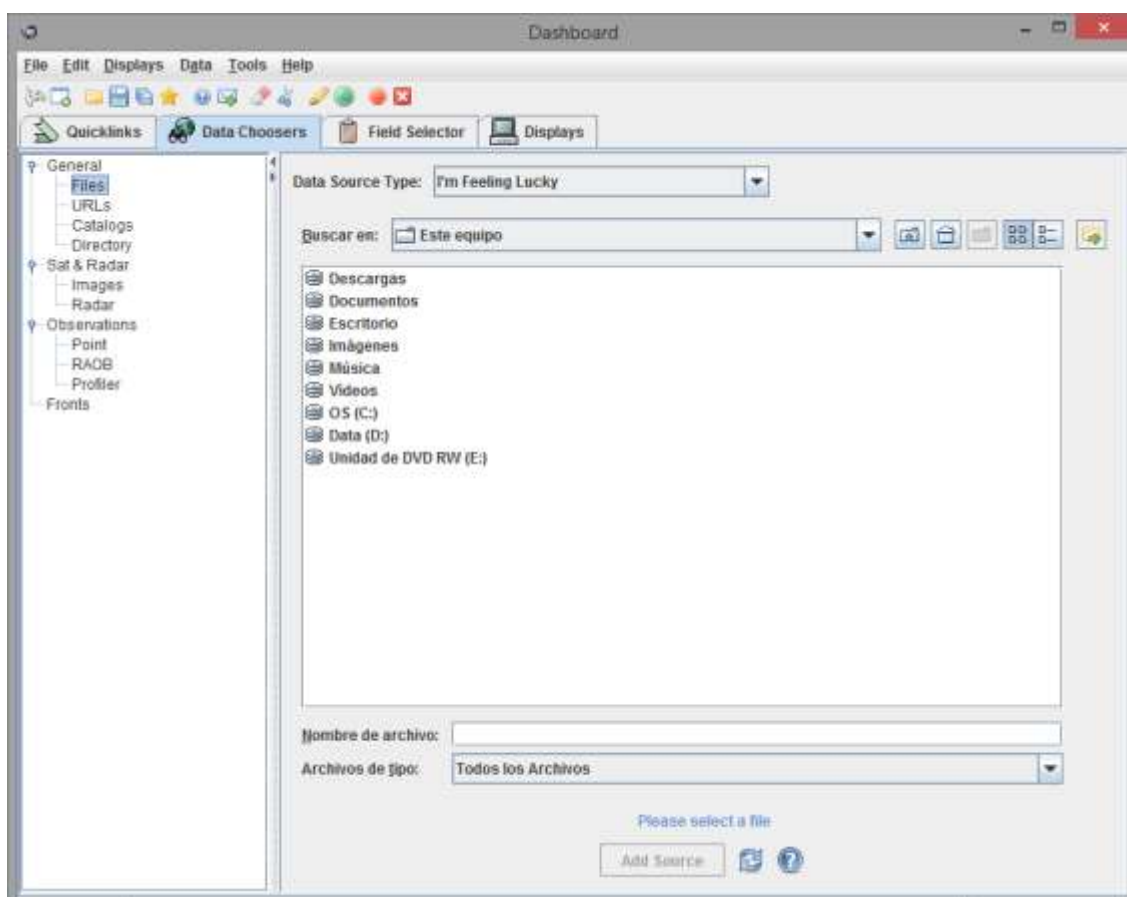
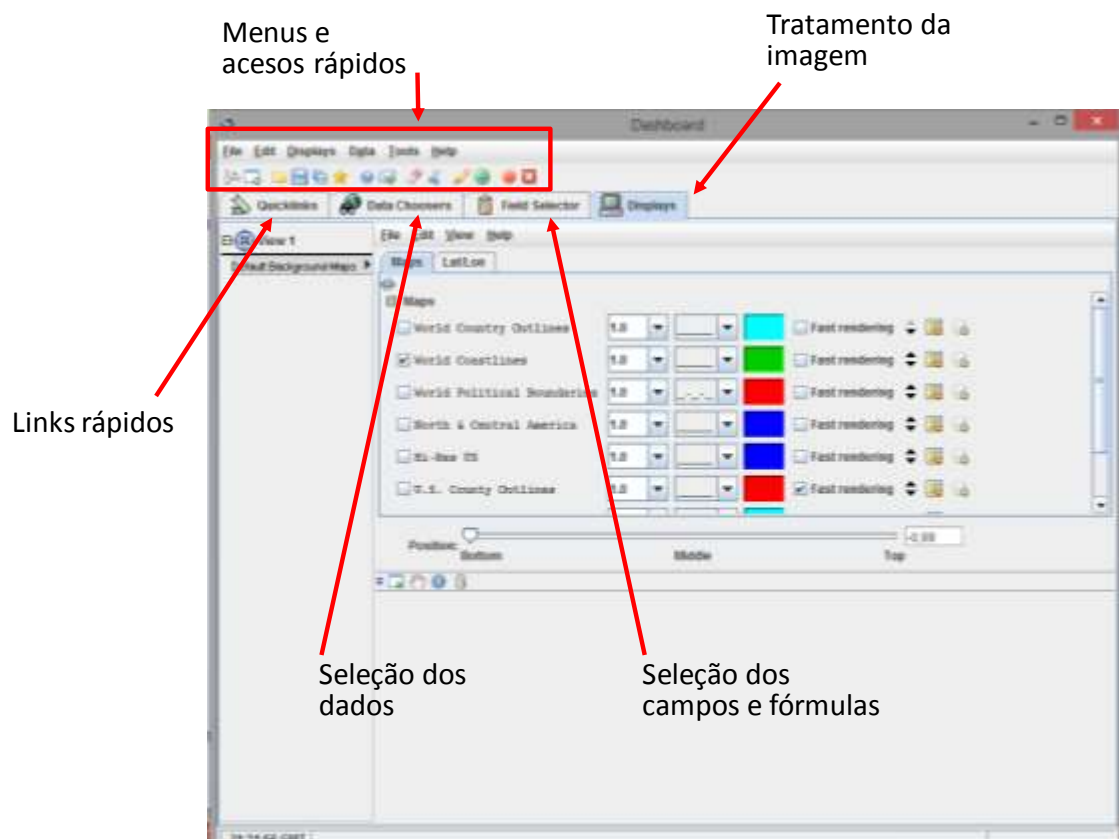


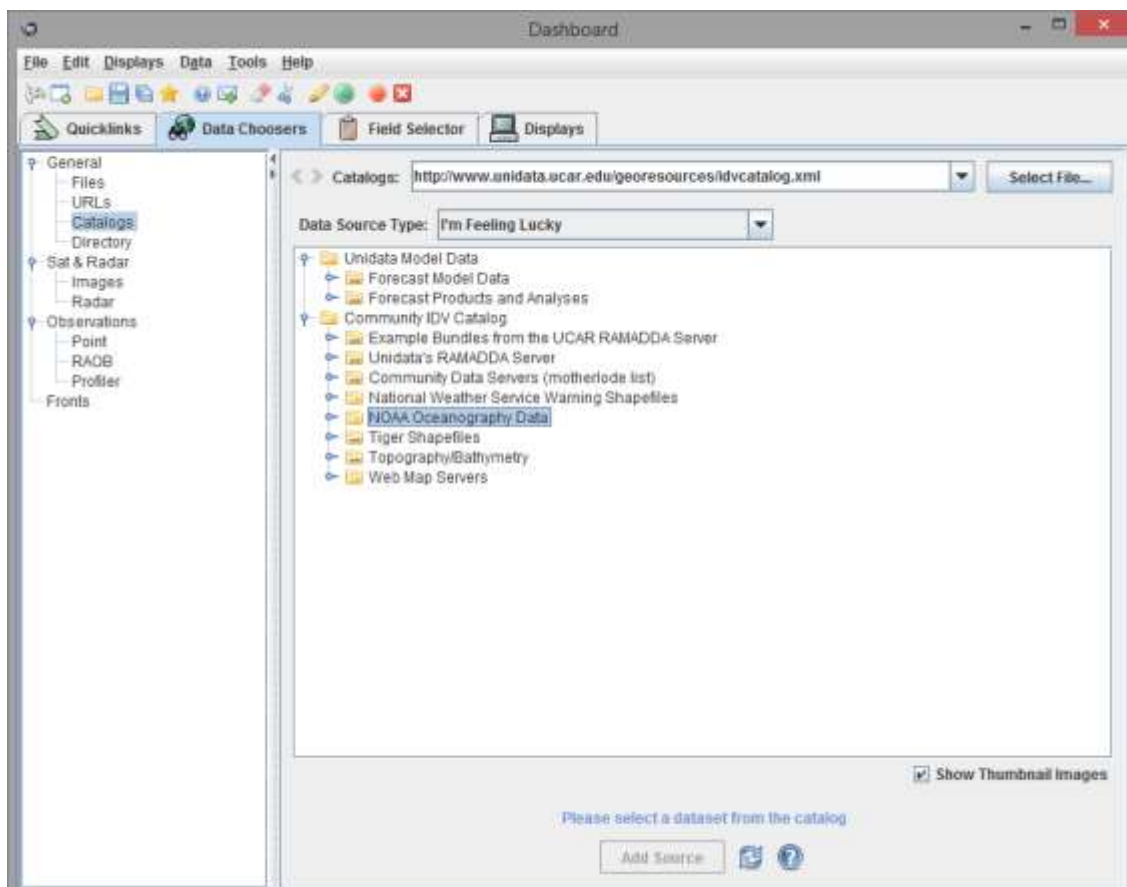
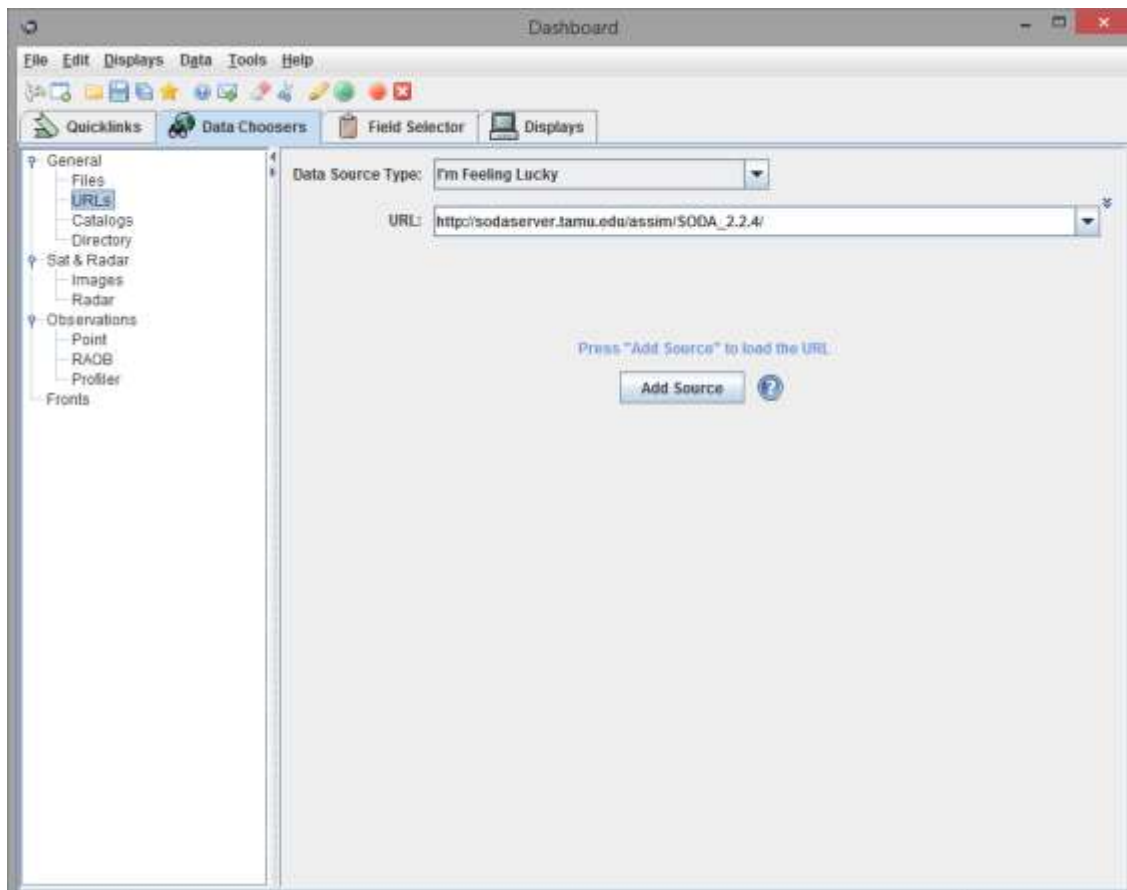
Visualização dos dados e edição

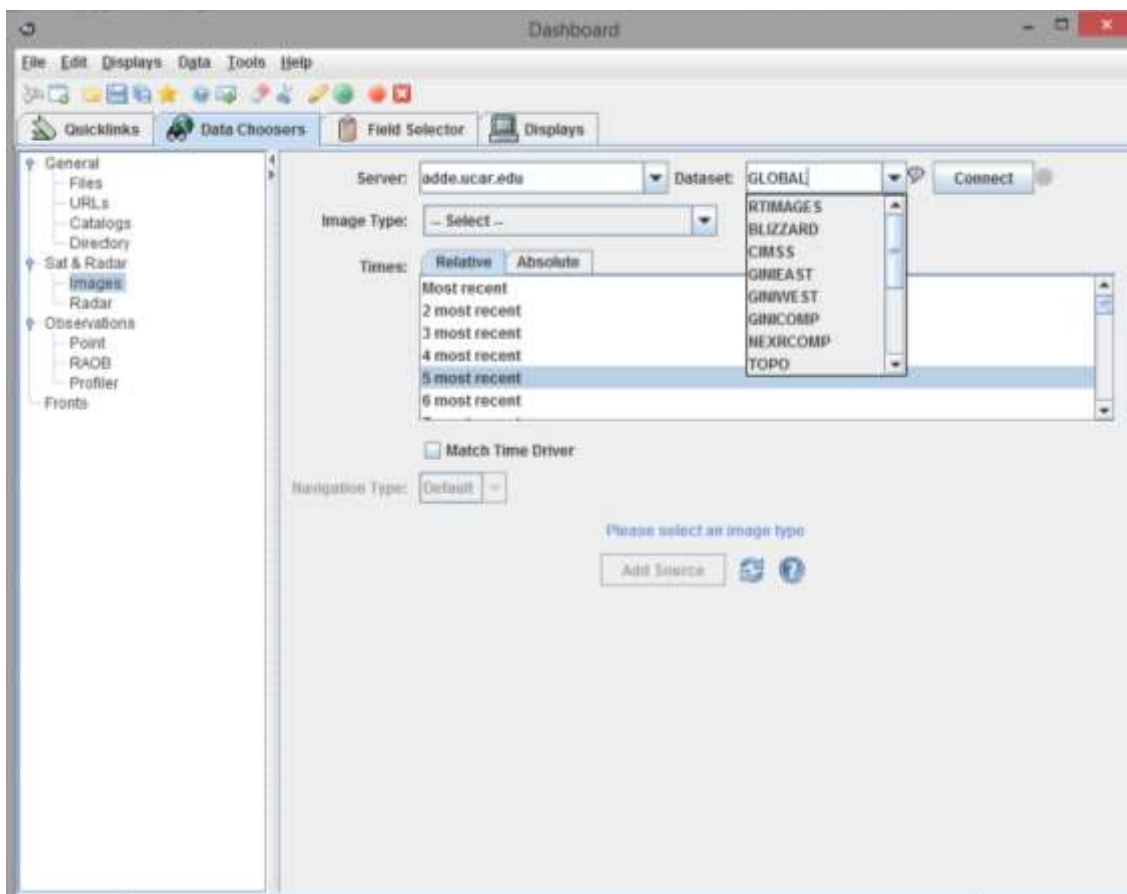
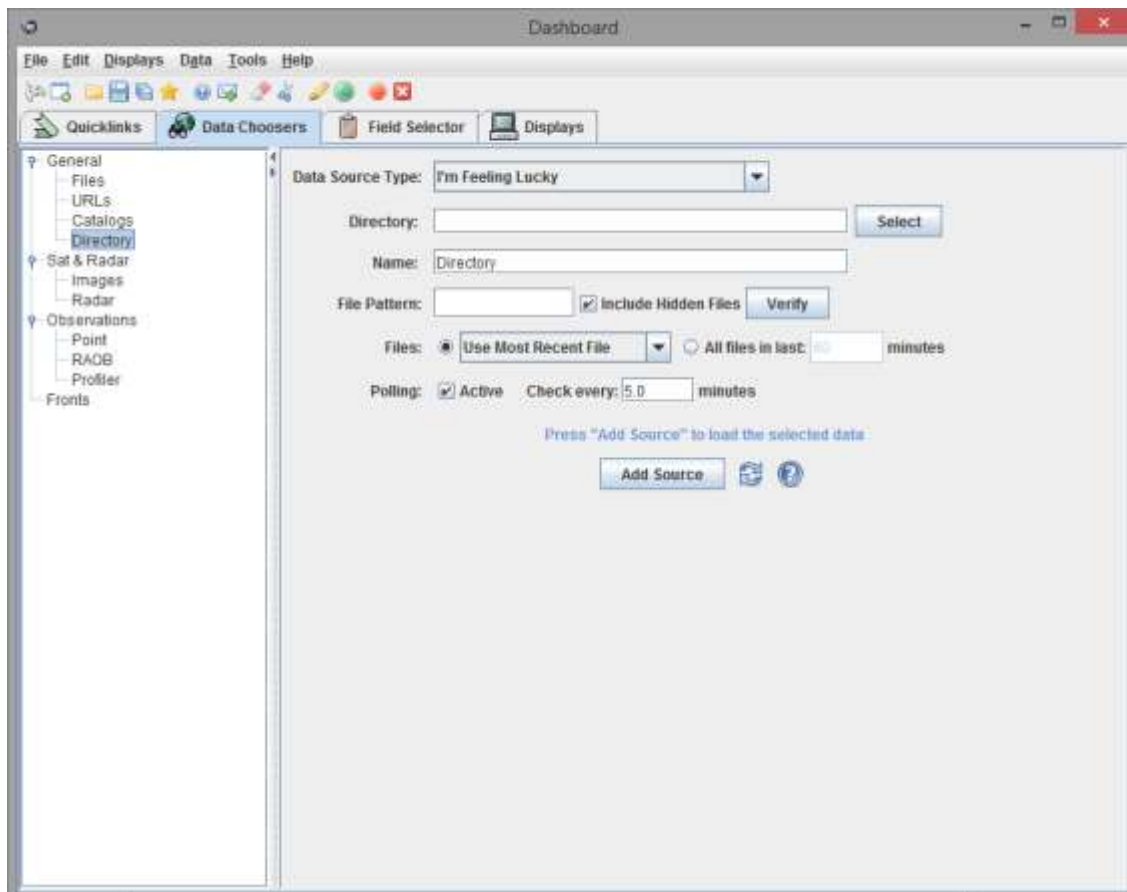


Tratamento dos dados

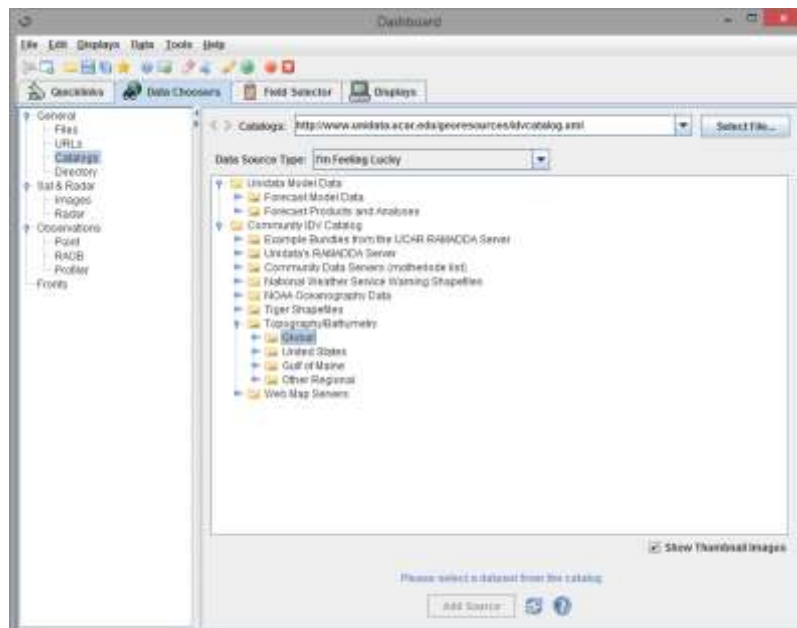




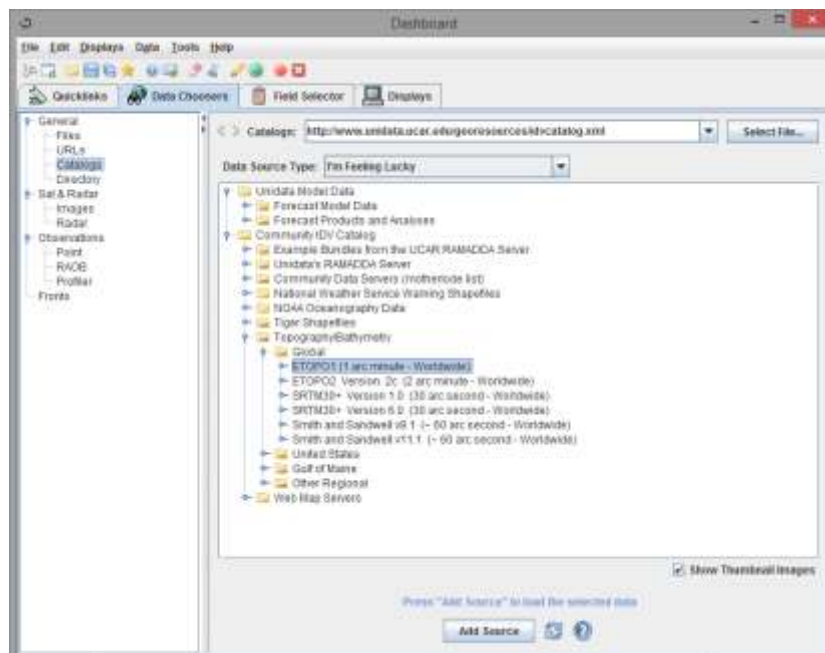




- Vamos a tentar carregar a Topo/Batimetria do catalogo
- Duplo clique sobre "Global"

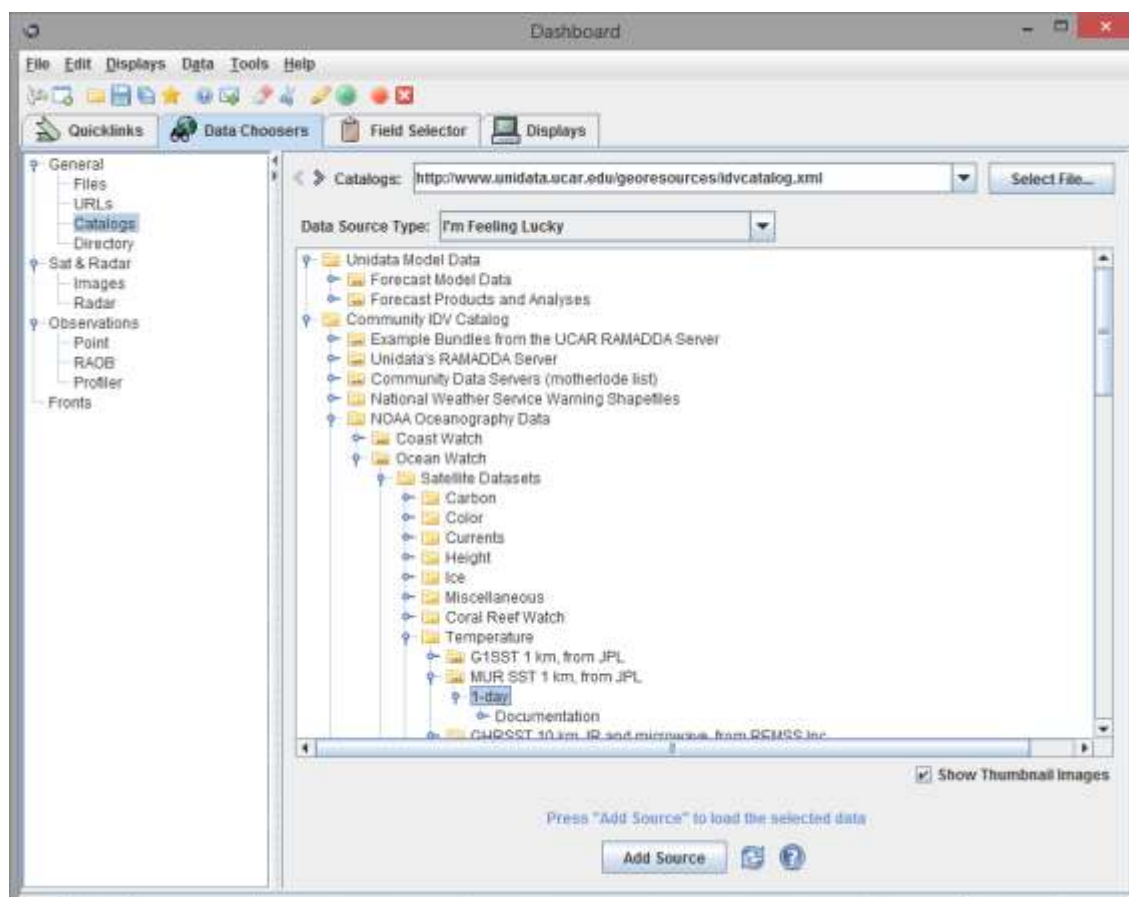
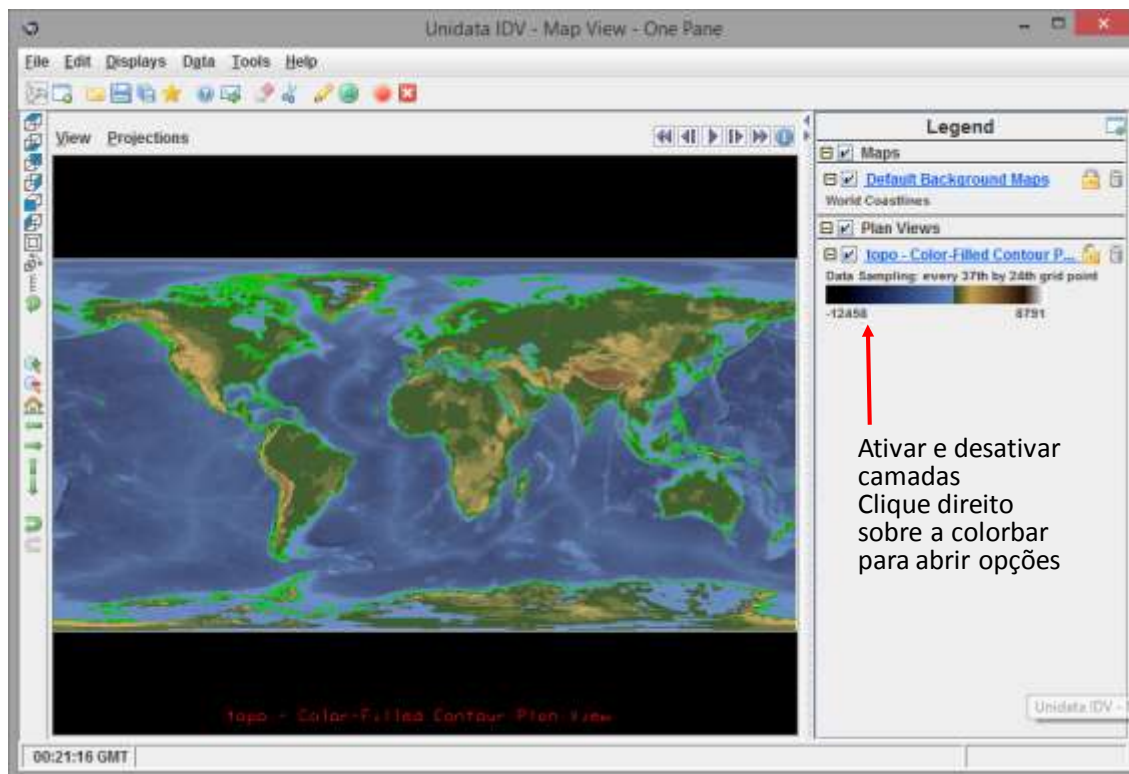


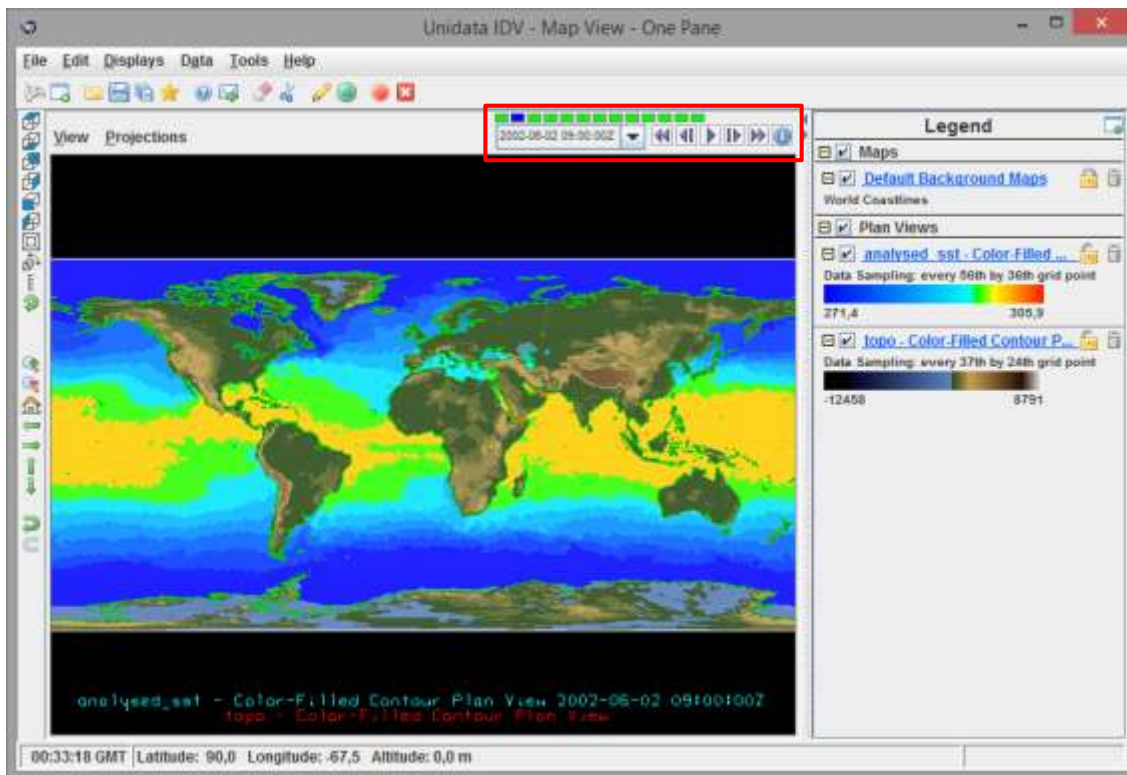
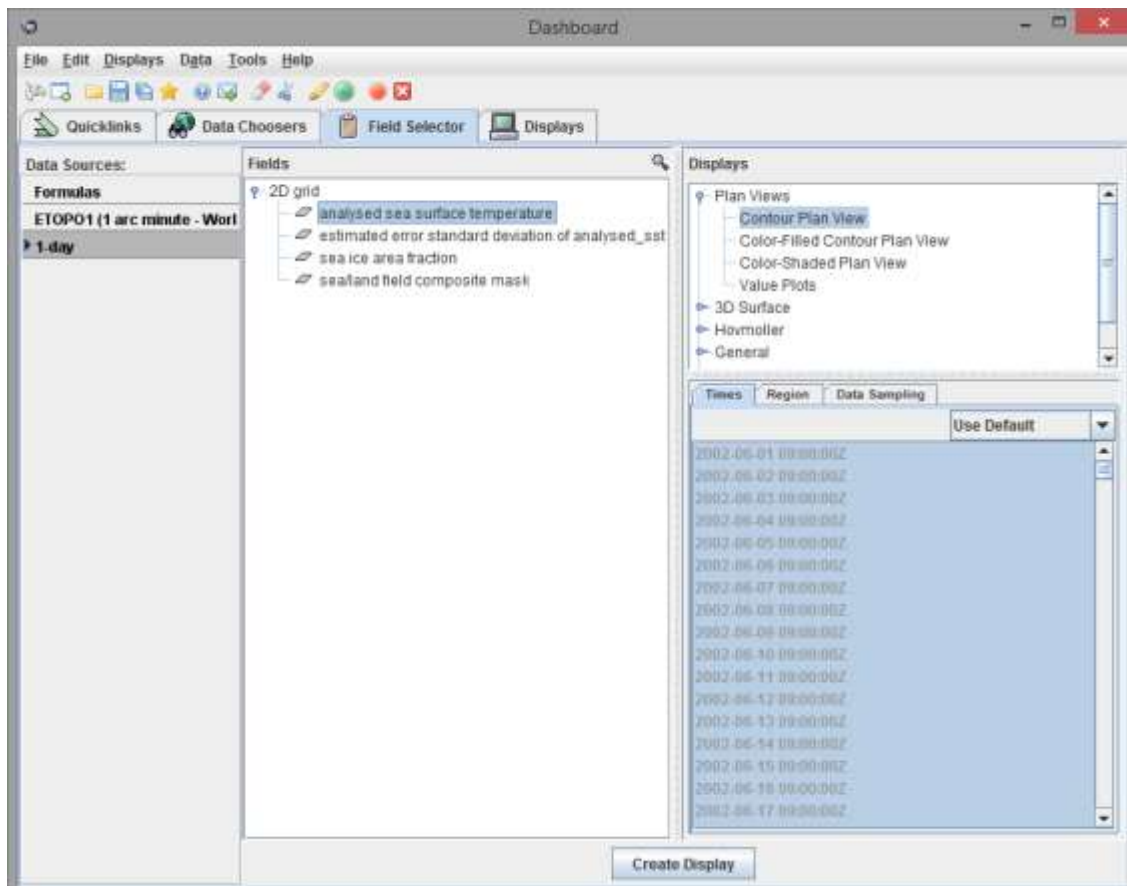
- Abre as possibilidades de representação
- Duplo clique sobre ETOPO1

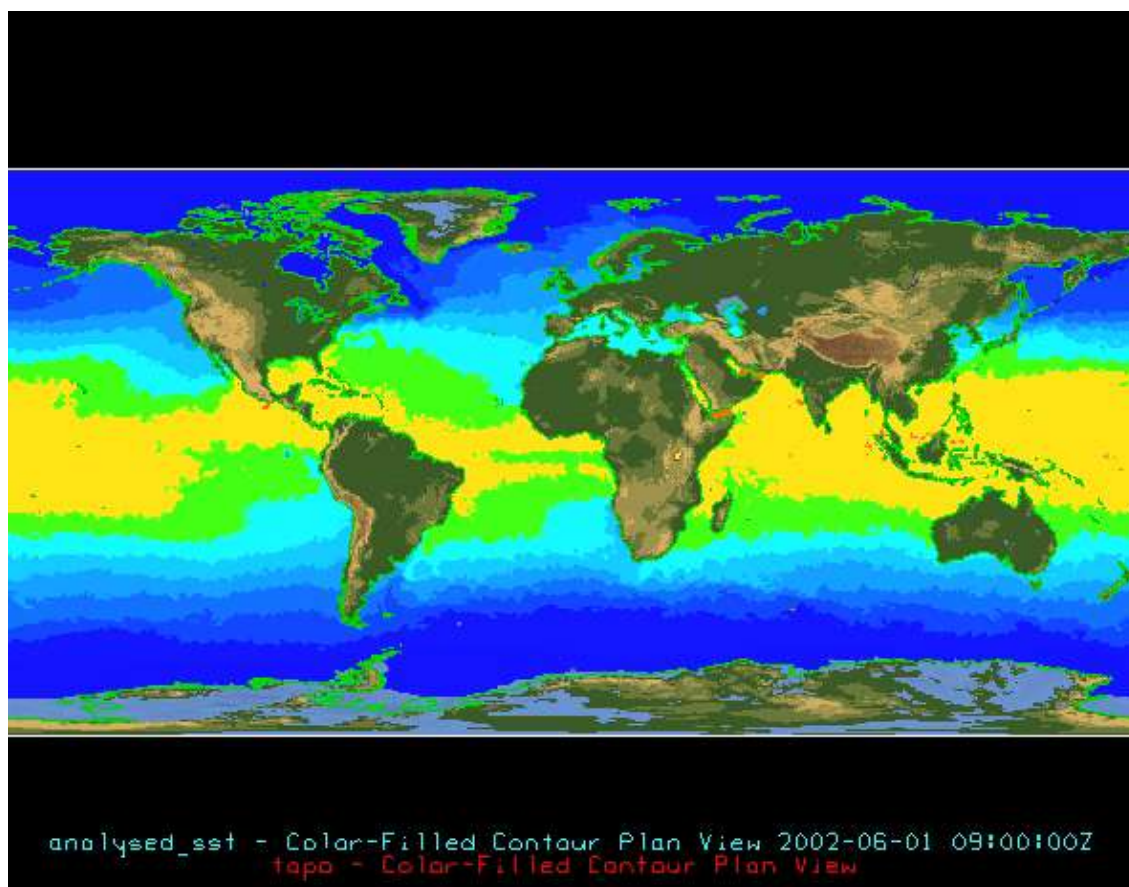
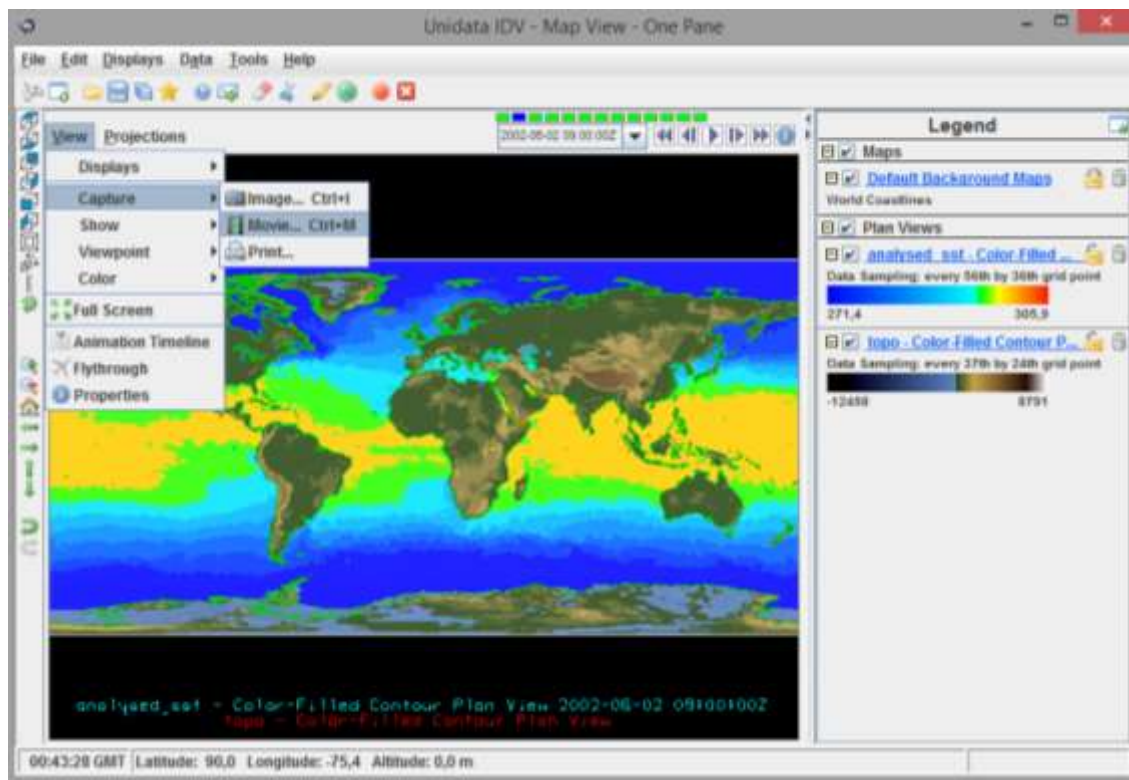


-
- The screenshot shows the 'Desktop' application window. The 'Displays' panel on the right is active, showing a list of display types: 'Plan View', 'Contour Plan View' (selected), 'Contour Shaded Plan View', 'Value Plot', '3D Surface', 'General', and 'Data Truncated'. Below this list, the 'Region' tab is selected, showing a map of the world with a blue rectangular region highlighted over the Atlantic Ocean. The 'Data Sampling' tab is also visible. The 'Plots' panel on the left is empty.

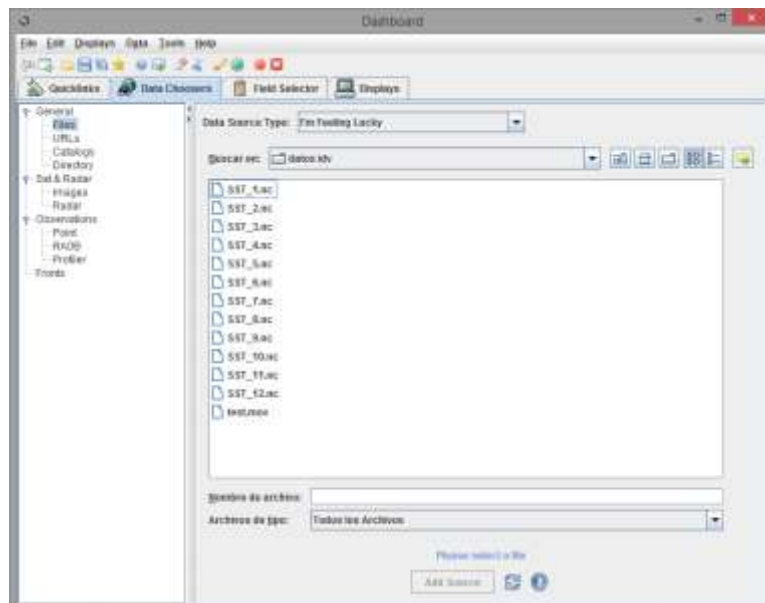
-
- The screenshot shows the Unidata IDV - Map View - One Pane window. The main display area shows a world map with a color-filled contour plot of precipitation. The map uses a color scale where green and yellow represent higher precipitation values, and brown represents lower values. The legend on the right side of the window is titled "Legend" and lists several items: "Maps", "Default Background Maps", "World Coastlines", "Plan Views", and "topo - Color-Filled Contour P...". The "topo - Color-Filled Contour P..." item is selected, and its data sampling is noted as "every 37h by 24h grid point". A color bar below the legend shows the range from -12458 to 8791. The status bar at the bottom left of the window displays the time "00:21:16 GMT".



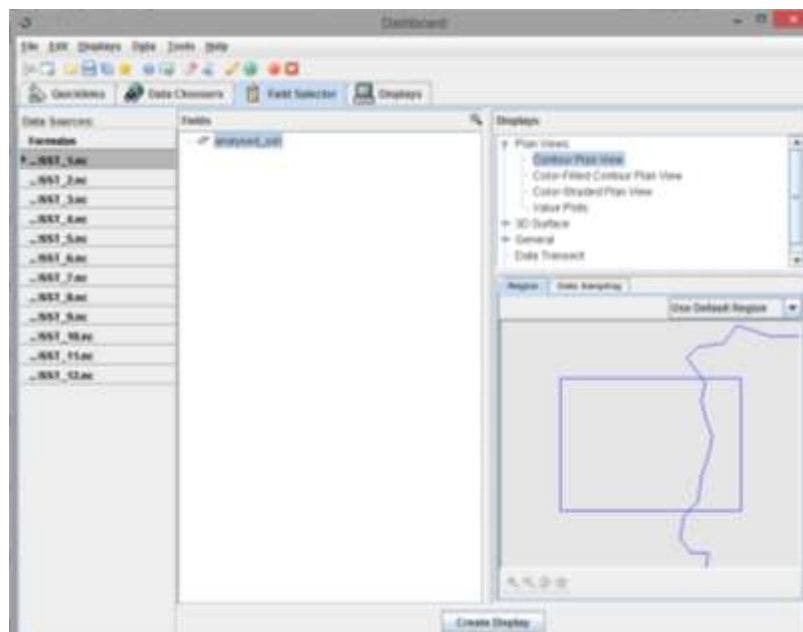




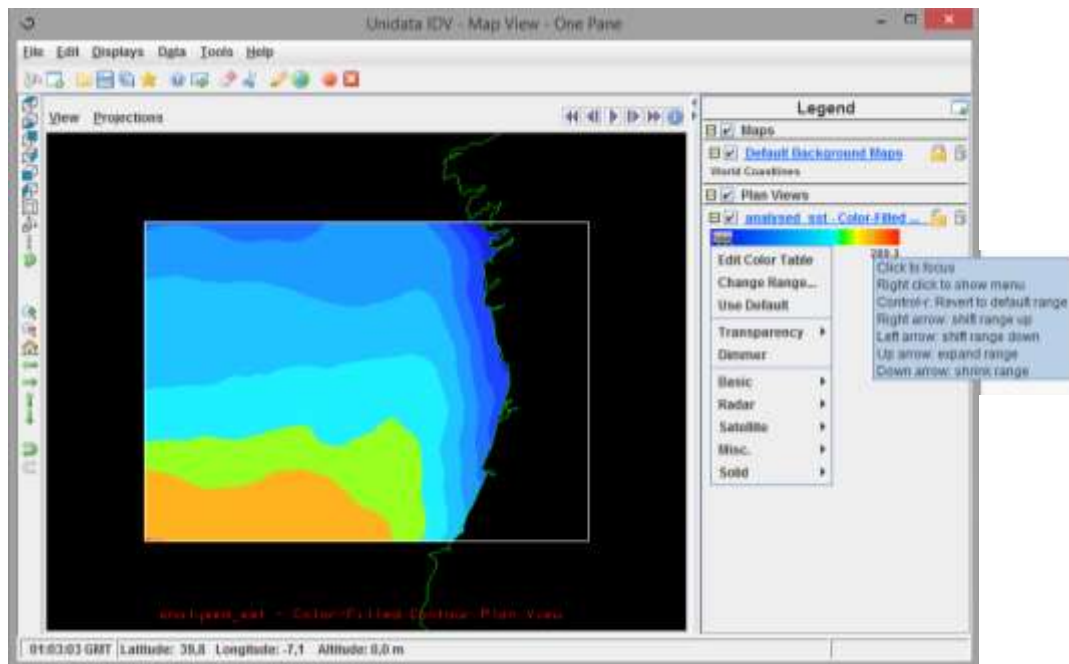
- Vamos a tentar carregar um ficheiro próprio
- Vamos ao path onde estão os ficheiros
- Seleccionamos um e fazemos “Add Source”



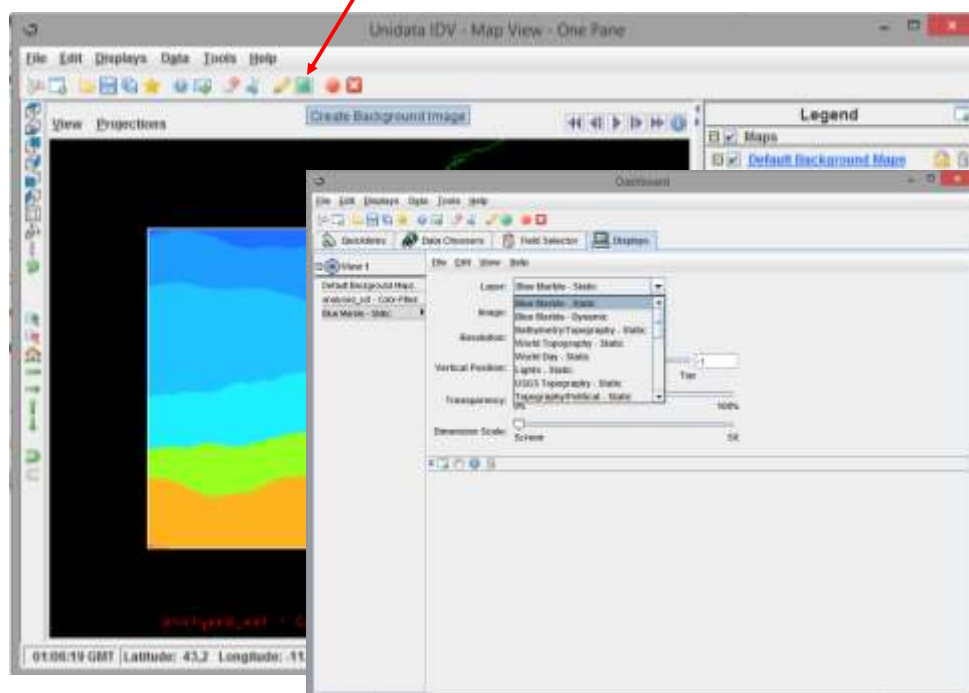
- Seleccionamos um tipo de plot 2D (plain) e fazemos “Create Display”

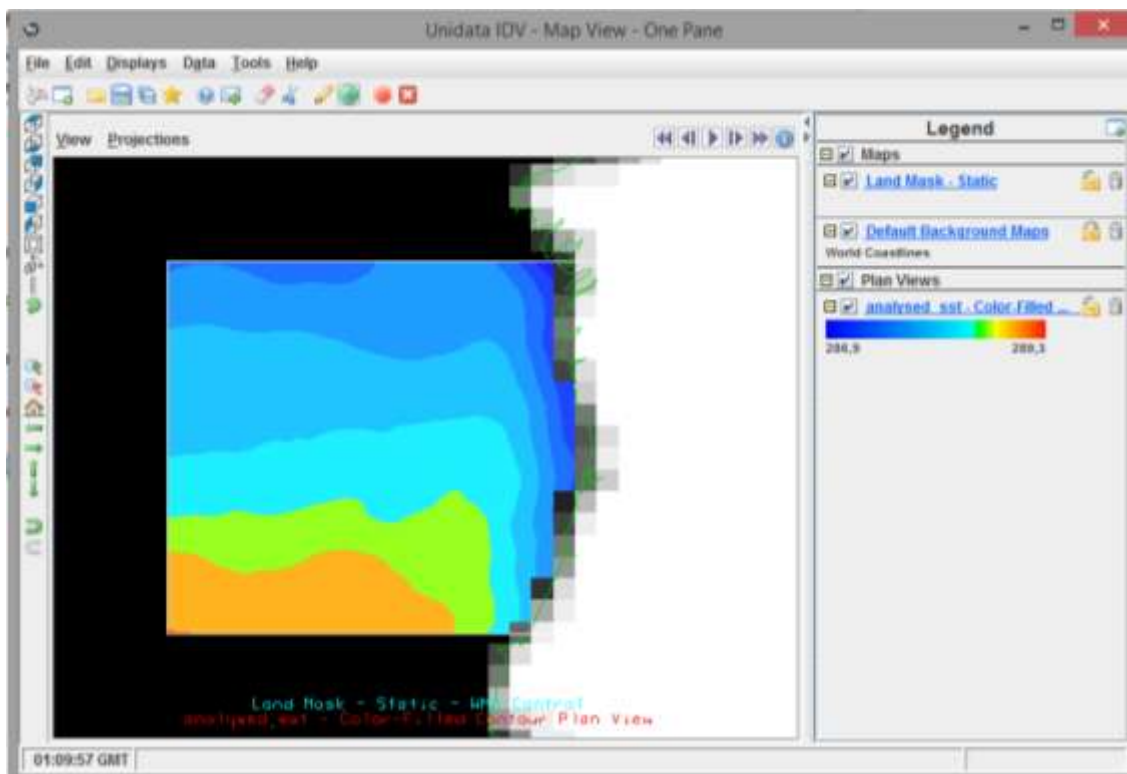


- Algo assim?

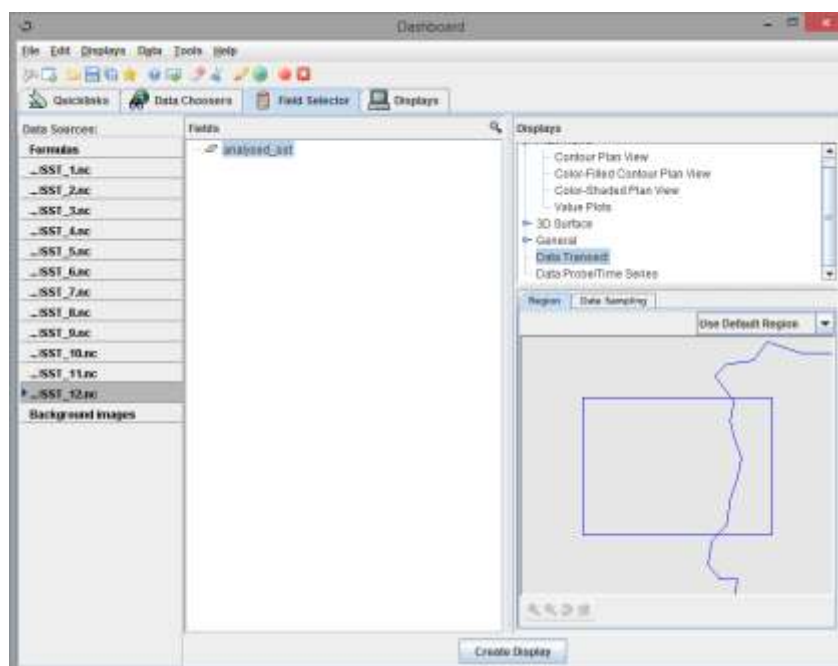


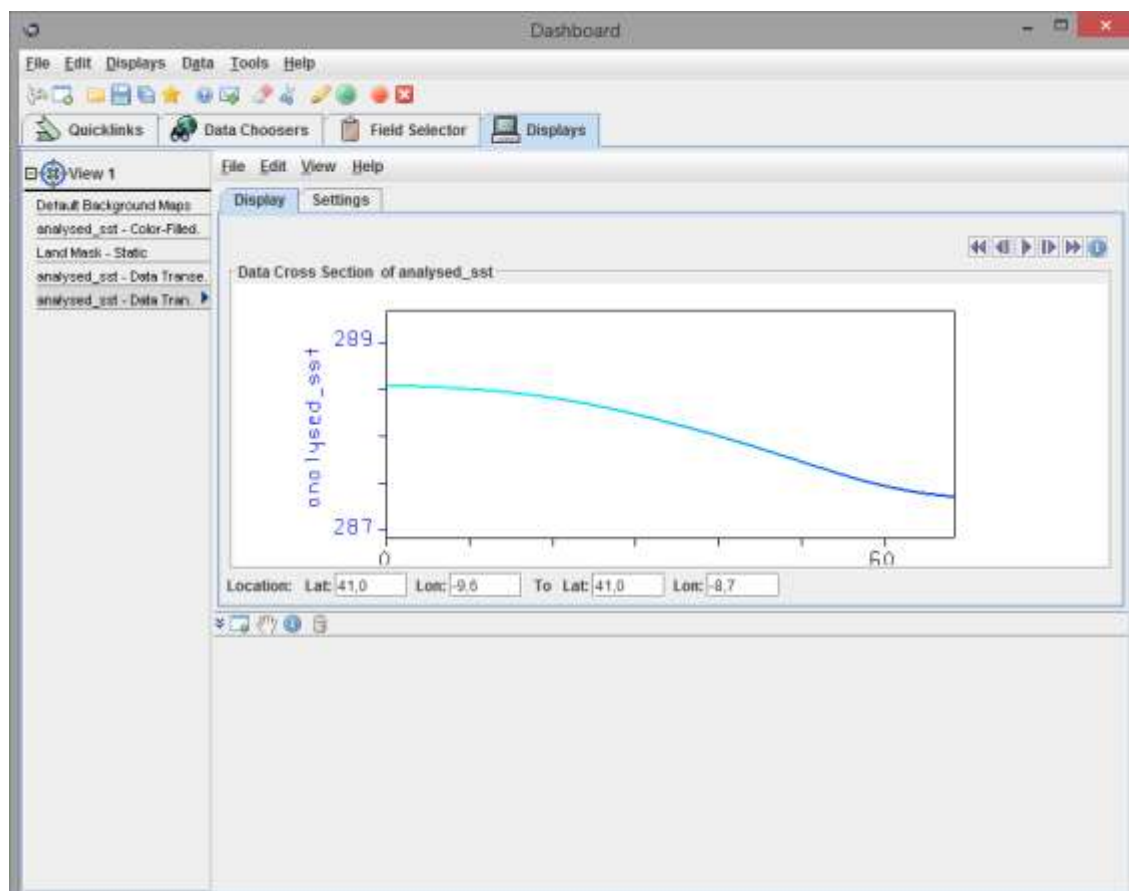
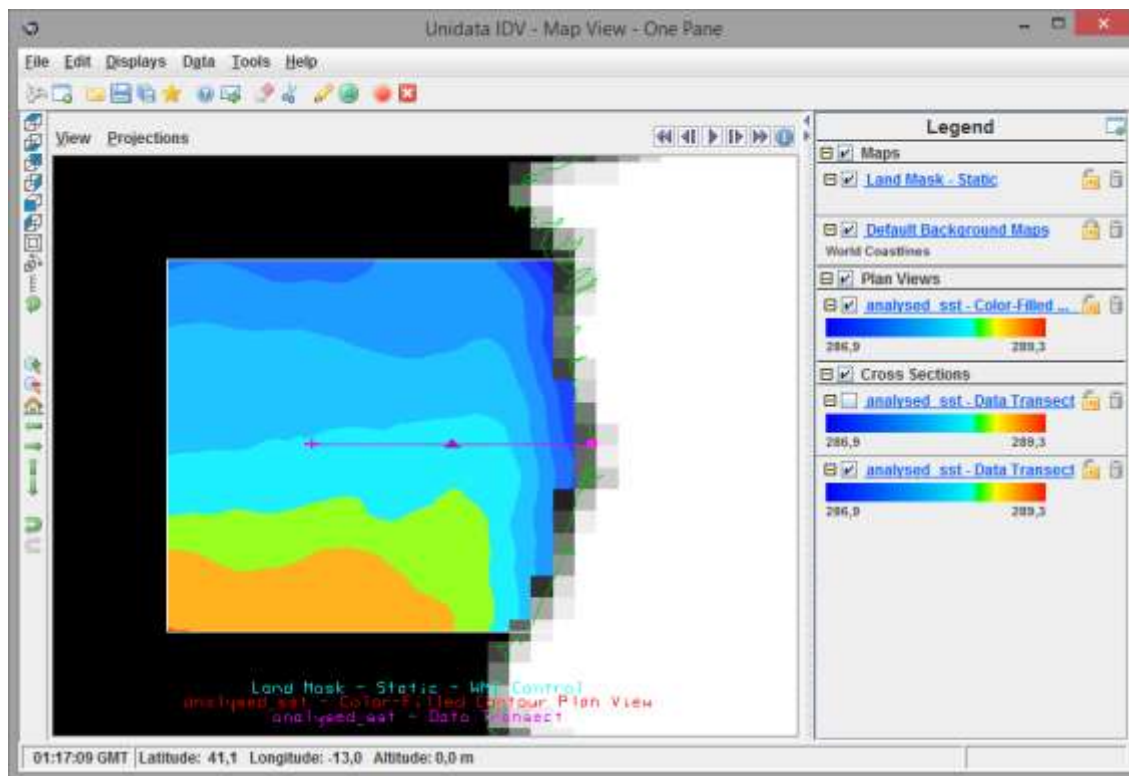
- Criamos uma imagem de fundo





- Vamos a fazer agora um transecto





- O IDV tem muitas mais possibilidades
- O “Help” do próprio software é de gran ajuda
- Também podem consultar o “Users Guide”:
- <http://www.unidata.ucar.edu/software/idv/docs/userguide/toc.html>
- Ou experimentar com os exemplos da web:
- <http://www.unidata.ucar.edu/software/idv/index.html>



IDV Display Examples



In the IDV **Globe Display**, displays and maps are projected onto a spherical globe.



Display **Plan View** horizontal 2D map data or cross sections of 3D data using the IDV.



3D Surface supports isosurface, topography, and 2D data draped over topography displays.



Create displays from **Satellite** and NCEP WSR-88D Level III **Radar** data using the IDV.



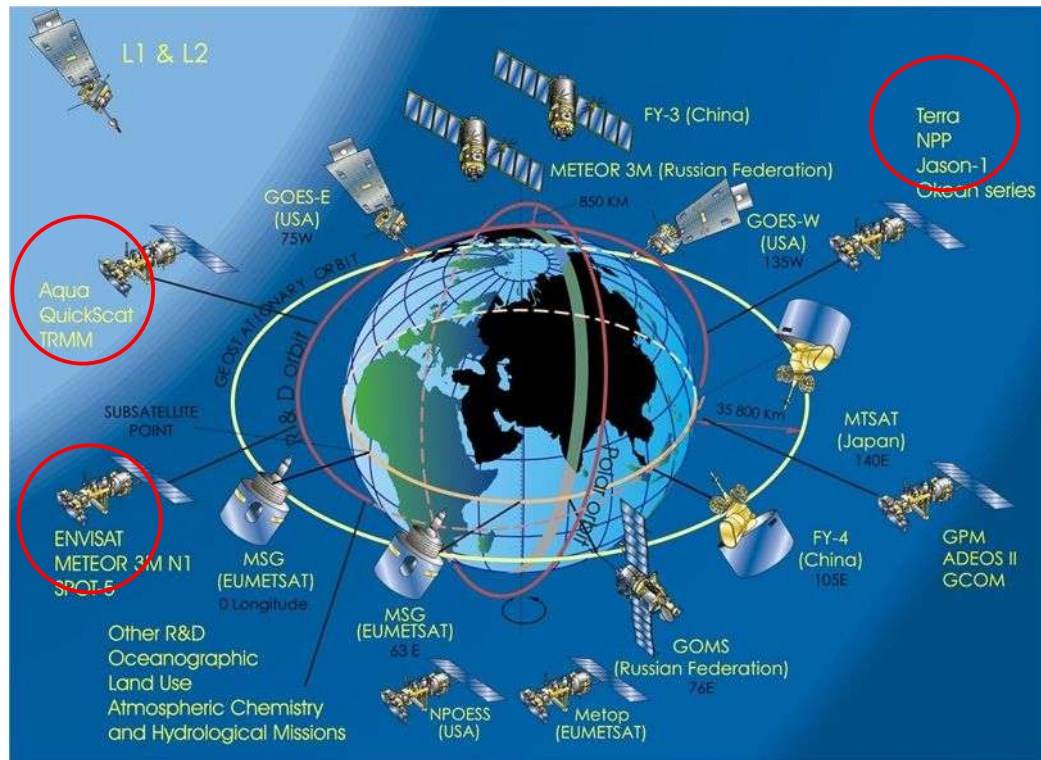
The IDV **Profiler Winds** provides a Time/Height plot, Station plot, and a 3D view.



The **UNAVCO IDV** is an extension of the IDV for solid earth science research.

2.7 Sistemas de Informação Geográfica – QGIS

Observação do meio marinho



Sistemas de Informação Geográfica

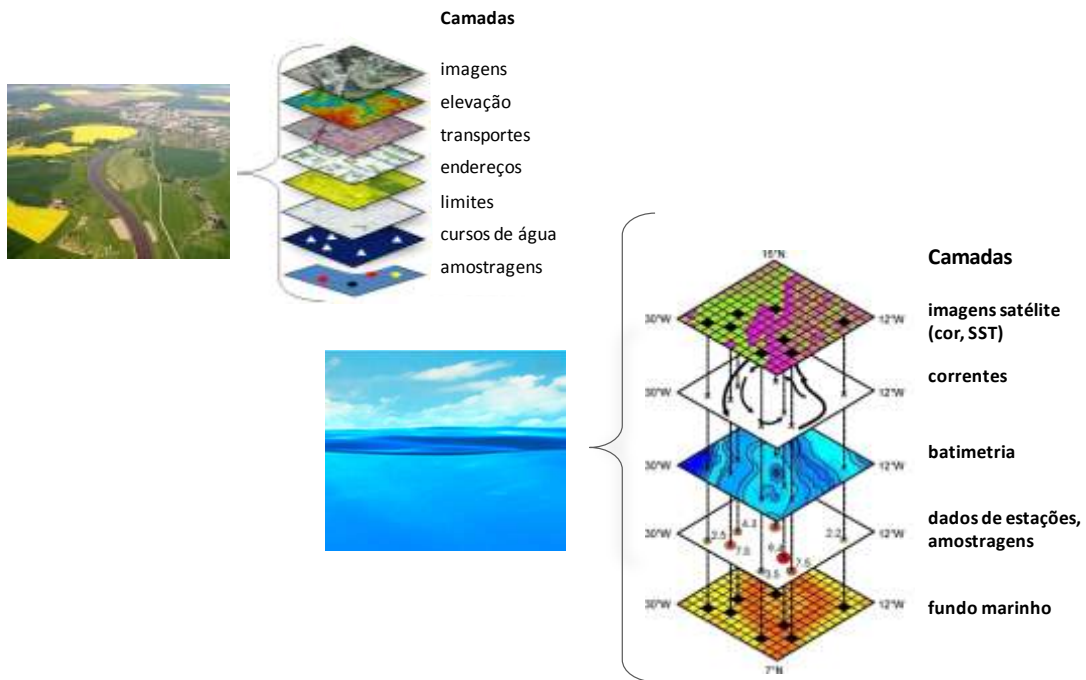
SIG permitem

- Introduzir/digitalizar, gerir, analisar, visualizar dados espaciais temáticos

Dados de satélite em SIG

- gerir bases de dados
- mapear dados (SST, clorofila, ...)
- analisar (por zona , período)
- interpolar
- monitorizar tendências/dinâmica
- relacionar com outros dados (distribuição de espécies ...)

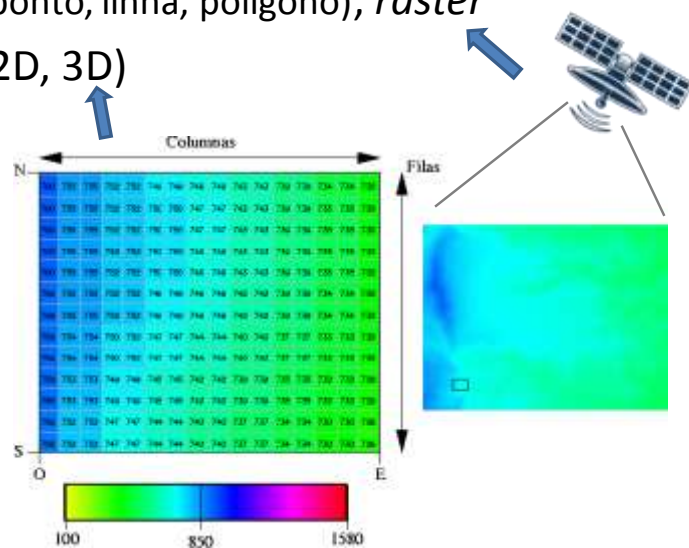
SIG – estrutura



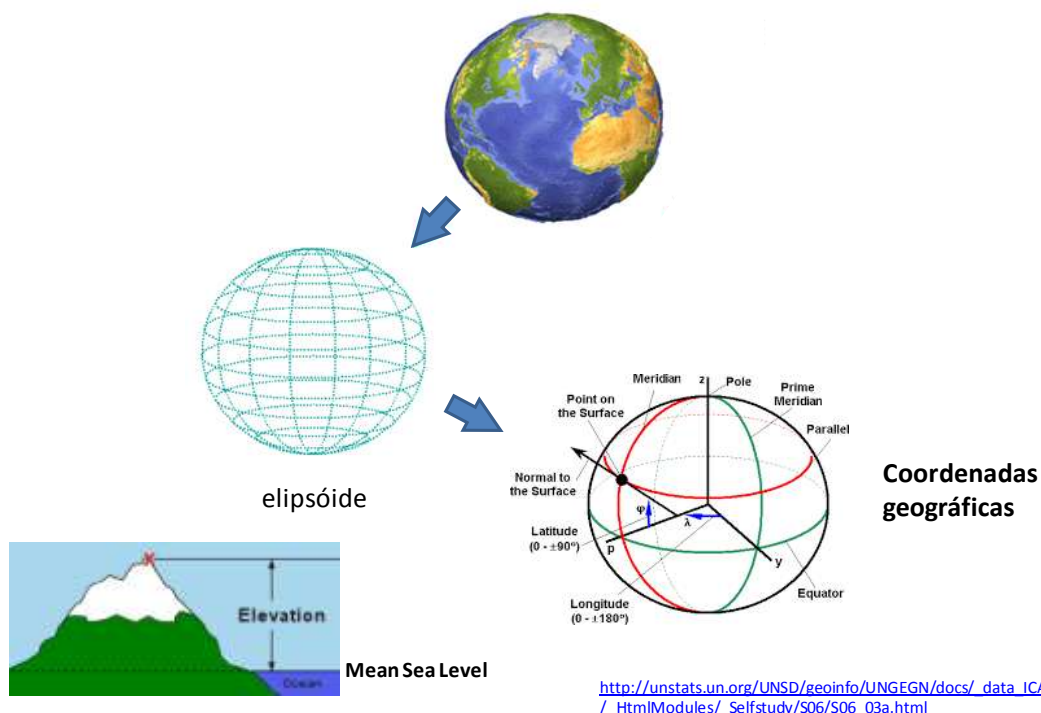
SIG – dados

Características

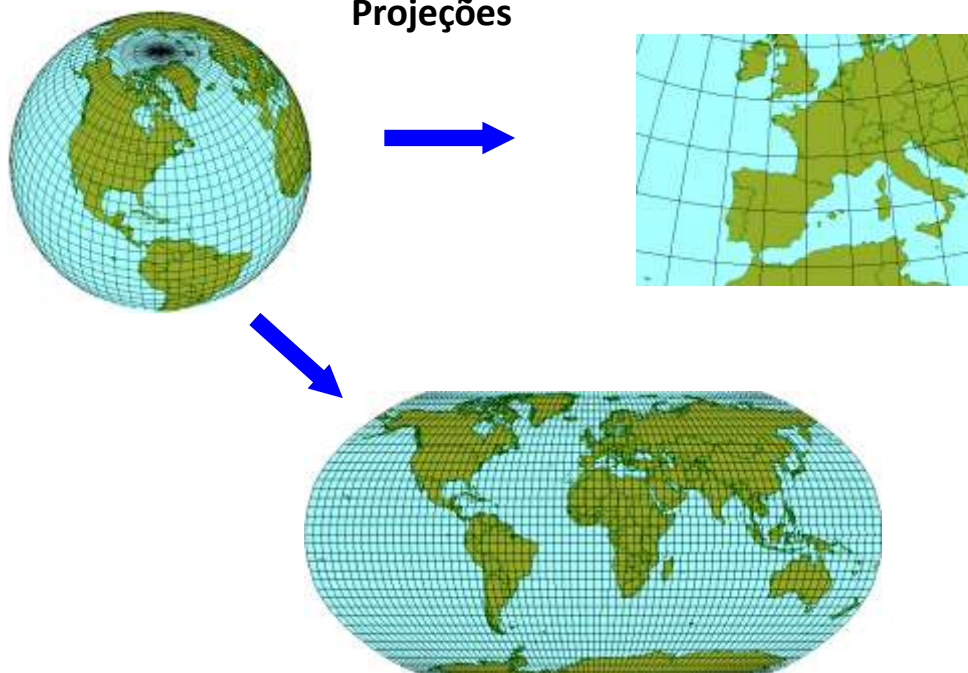
- referência espacial (coordenadas)
- tipo: vetoriais (ponto, linha, polígono); *raster*
- dimensão (1D, 2D, 3D)



Referência espacial

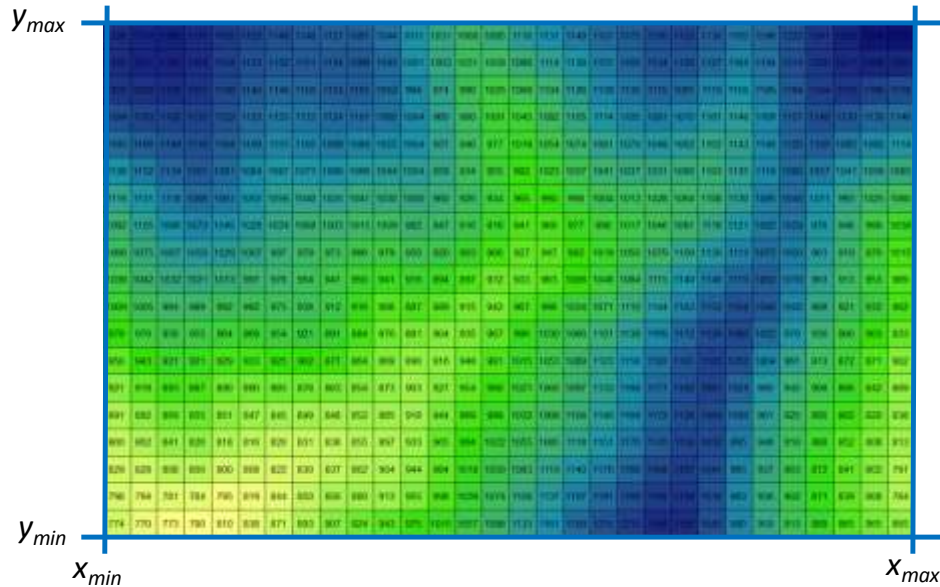


Projeções



Tipos de dados

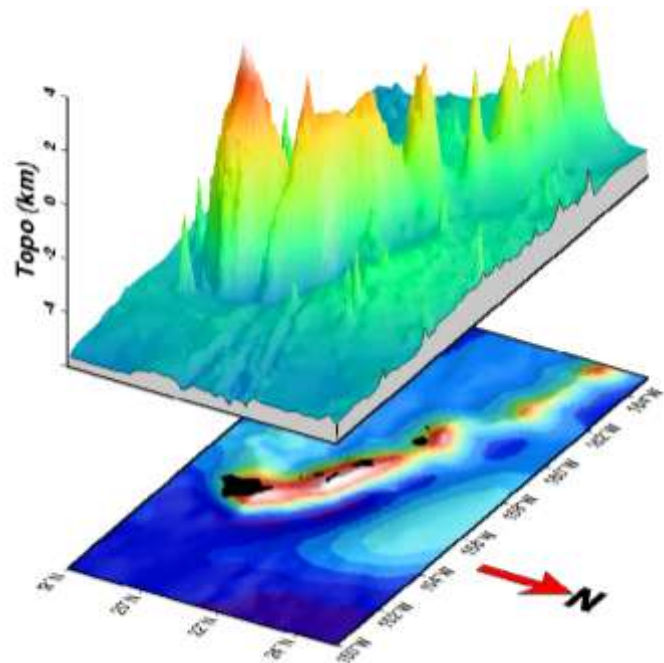
Raster



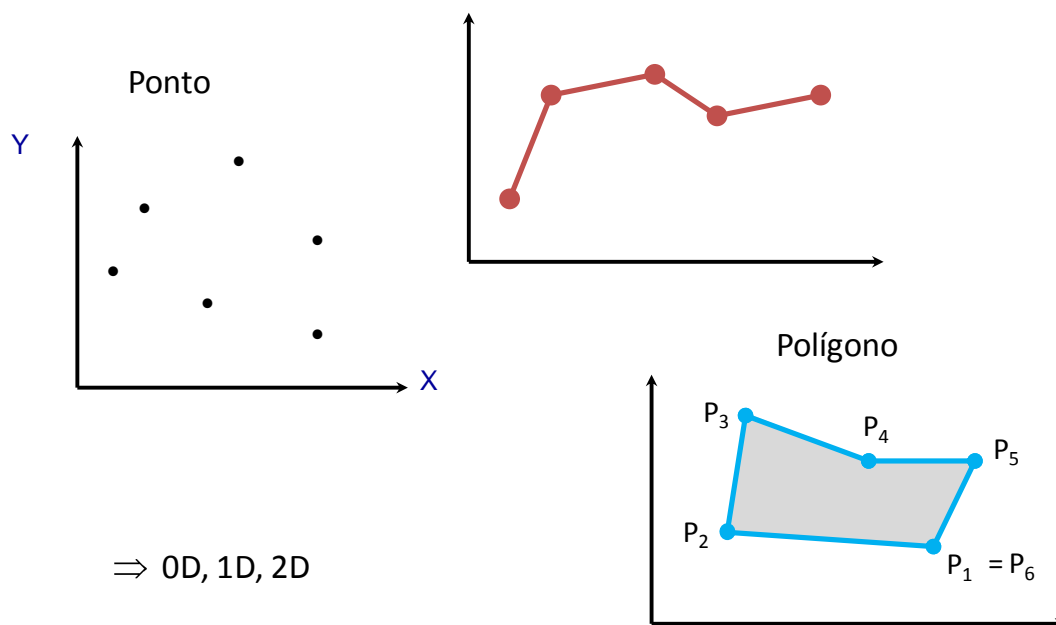
⇒ 3D

Raster: topografia/batimetria

Hawaiian Ridge

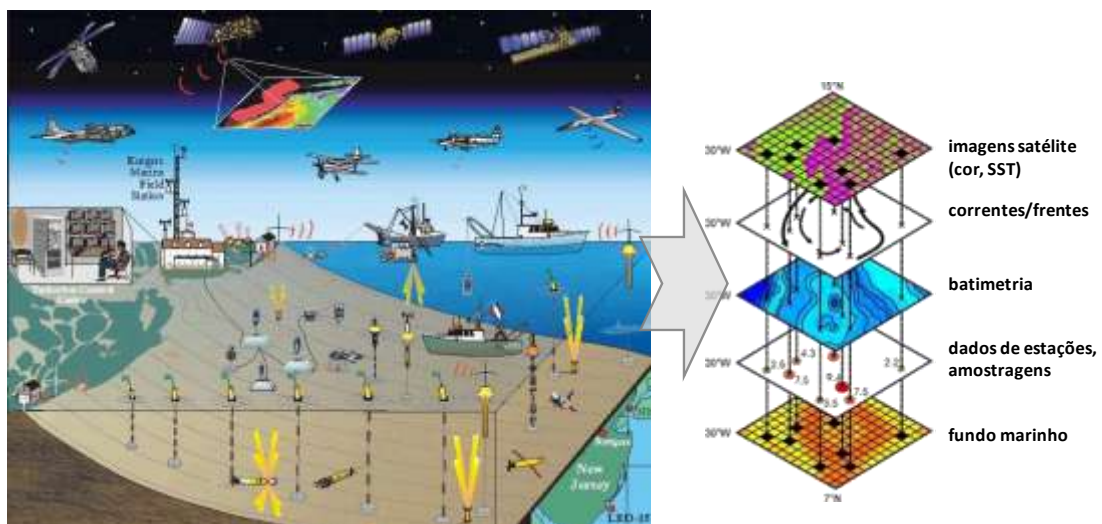


Vetoriais



SIG

Dados costeiros e oceânicos



QGIS

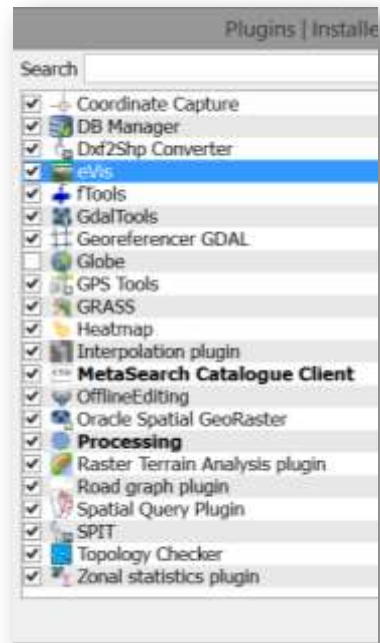
- Execute o QGIS Desktop. Pode alterar a língua no menu *Configurações / Opções / Região*. É necessário reiniciar a aplicação.
- Para evitar conflitos com alguma terminologia popularizada em inglês, é preferível o inglês.
- Poderão ser instalados módulos (*plugins*) adicionais. No menu *Plugins / Manage and Install Plugins*. Inicialmente deverão estar os seguintes

- Outros *Plugins* de que vamos precisar:

Zonal Statistics

Point Sampling Tool

Profile

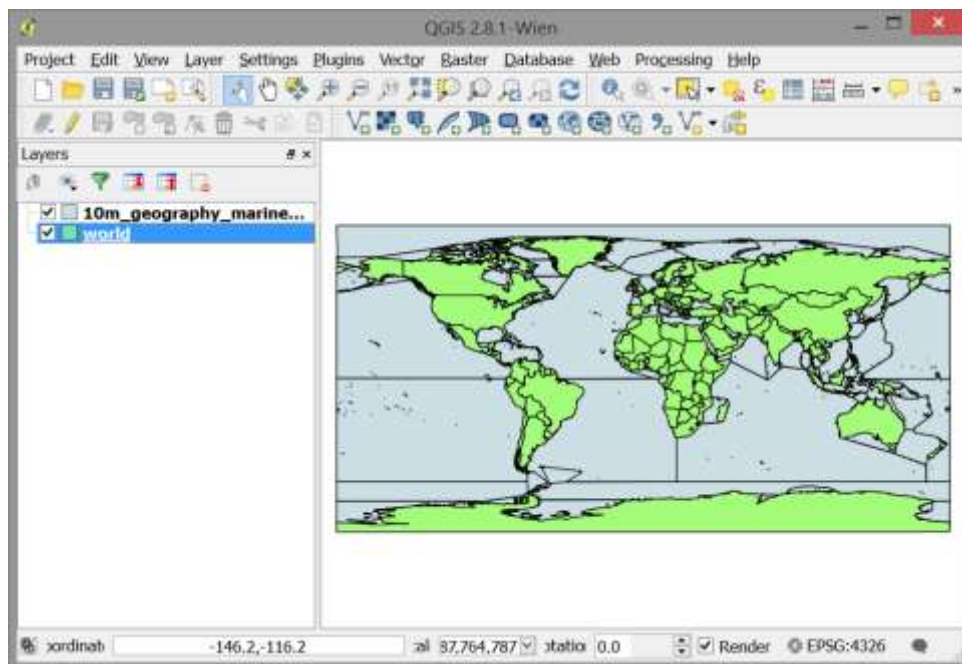
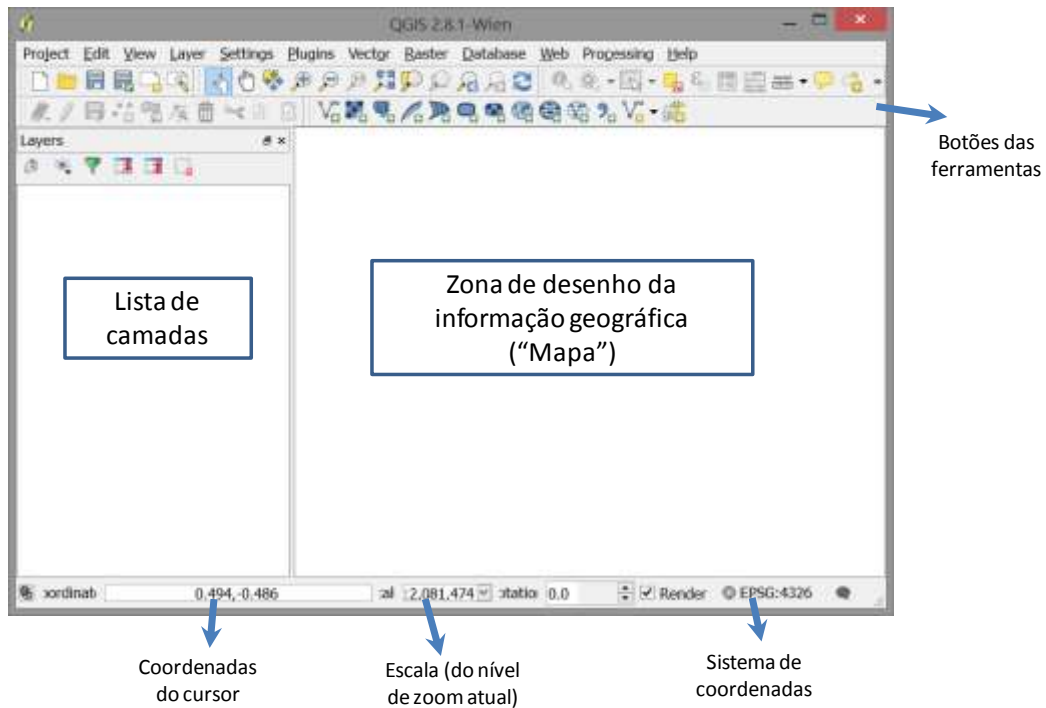


Configuração do sistema operativo

- O sistema operativo português predefine como separador decimal o carácter “,” (vírgula). Isto pode criar dificuldades com programas que não tomem em consideração a definição imposta pelo sistema.
- No QGIS esse problema é comum.
- Sugere-se a alteração para considerar o ponto como separador decimal:
 - No painel de controlo escolher a opção “Definições Regionais”
 - Escolher “Definições adicionais”
 - Escolher:

Separador decimal	.	(ponto)
Agrupamento de dígitos	,	(vírgula)
Separador de listas	,	(vírgula)

Interface gráfico do QGIS



Exemplo de duas camadas carregadas. O sist. coord. é geográficas WGS84 (EPSG:4326).

Camadas e ficheiro de projeto

As camadas são carregadas a partir de ficheiros externos (barra de ferramentas “Manage Layers”):

- Ficheiros vetoriais (e.g. ESRI shapefile, KML, DXF)
- Dados web-SIG (WMS, WFS)
- Rasters (TIFF, JPEG)

As operações File/Open ou File/Save referem-se ao **projeto**, isto é, um ficheiro que descreve os dados que temos carregados numa sessão e como estão configurados.



Os **ficheiros de projeto** têm a extensão QGS; **não contêm os dados**.

Fechar um projeto e não gravar não envolve qualquer ação sobre os ficheiros de dados, a não ser numa camada vetorial em edição. Numa situação dessas é dado um alerta.

Barras de ferramentas

As principais barras de ferramentas são:

- Manage Layers



- Map Navigation



- Attributes



- Digitizing



Para ativar ou desativar barras de ferramentas, clicar com o botão direito na zona dos menus ou barras de ferramentas. Podem também ser seleccionados diferentes painéis.

Alternativamente, usar o menu *View / Toolbars*.

Manage Layers & Map Navigation



Adicionar camada vetorial
Add vector layer



Adicionar camada raster
Add raster layer



Adicionar camada WMS
Add WMS layer



Adicionar camada WFS
Add WFS layer



Adicionar ficheiro de texto
Add delimited text layer



Criar nova shapefile
New shapefile layer



Mover mapa
Pan map



Aproximar (ou zoom janela)
Zoom in



Afastar
Zoom out



Ver tudo
Zoom full



Vista anterior
Zoom last

Attributes & Digitizing



Identificar elemento
Identify feature



Selecionar elemento
Select feature(s)



Limpar seleção
Deselect feature



Selecionar por atributos
Select features using an expression



Abrir tabela de atributos
Open attribute table



Funções de medição
Measure line



Calculadora de campos
Open field calculator



Alternar edição
Toggle editing



Guardar alterações
Save layer edits



Adicionar elemento
Add feature

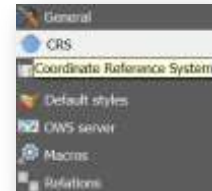
Abrindo a tabela de atributos temos os seguintes botões. Os mais importantes encontram-se também nas barras de ferramentas anteriores



Sistemas de coordenadas

- Quando carregamos uma camada num projeto novo, o projeto receberá o sistema de coordenadas associado a essa camada, através de um código EPSG
- Camadas carregadas posteriormente no mesmo projeto serão adaptadas (projetadas) para o sistema de coordenadas do projeto. Este princípio designa-se por projetar “on-the-fly”
- A alteração do sistema de coordenadas do projeto é feita no menu:

Project / Project Properties, separador CRS



- Se a camada carregada não tiver sistema de coordenadas atribuído recebemos um alerta dessa situação e será considerado o sistema de coordenadas geográficas WGS84 (epsg:4326)

CRS was undefined: defaulting to CRS EPSG:4326 - WGS 84

- Se não for esse o sistema, terá depois de se fazer atribuição correta

Sistemas de coordenadas

Seleção de um sistema de coordenadas pelo código EPSG:

A screenshot of the 'Coordinate Reference System Selector' dialog box in QGIS. The dialog is used to select a CRS for a vector file. It features a search filter, a list of recently used CRSs, and a list of CRSs from the world. The 'Selected CRS' field shows 'WGS 84' with its PROJ.4 string: '+proj=longlat +datum=WGS84 +no_defs'. Annotations with arrows point to specific parts of the dialog: 'Escrever aqui o número do código EPSG ou algumas palavras chave' points to the search filter; 'Lista dos sistemas usados recentemente' points to the 'Recently used coordinate reference systems' list; 'Lista total' points to the 'Coordinate reference systems of the world' list; and 'Configuração pelo standard PROJ.4 (uso avançado)' points to the PROJ.4 string field.

Escrever aqui o número do código EPSG ou algumas palavras chave

Lista dos sistemas usados recentemente

Lista total

Configuração pelo standard PROJ.4 (uso avançado)

Sistemas de coordenadas comuns

SISTEMA	EPSG	Notas
WGS84/Geográficas	4326	Sistema global. Usado no Google Earth e no GPS.
WGS84/World Mercator	3395	Utilizado nas cartas náuticas.
WGS84/Pseudo Mercator (Web Mercator)	3857	Google maps / Bing maps / OSM / etc.
WGS84/UTM Zona 29N	32629	Quadricula 1 km da carta militar portuguesa, desde 2001.
ETRS89/LCC (Lambert conformal conical)	3034	Cartografia da Agência Europeia do Ambiente.
ETRS89/LAEA (Lambert azimutal equal area)	3035	Cartografia da Agência Europeia do Ambiente.
ETRS89/PTTM06 (Portugal)	3763	Sistema de coordenadas nacional atual.
ED50/UTM Zona 29N	23029	Cartografia de Espanha (oeste). Quadricula 1 km da carta militar portuguesa, até 2001.
ED50/UTM Zona 30N	23030	Cartografia de Espanha (centro).
ED50/UTM Zona 31N	23031	Cartografia de Espanha (leste).
Hayford-Gauss Datum 73 (Portugal)	27493	Sistema usado em Cartografia e Topografia (obsoleto).
Hayford-Gauss Datum Lisboa militar (Portugal)	20790	Sistema usado na carta militar até 2001 (obsoleto).

Manipulação e análise de dados raster

Nos próximos exercícios necessitamos dos seguintes *plugins*:

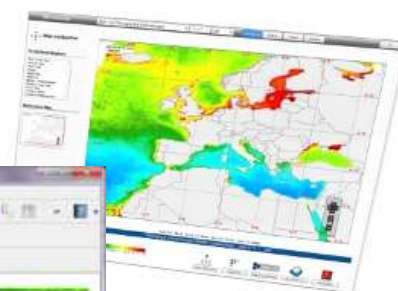
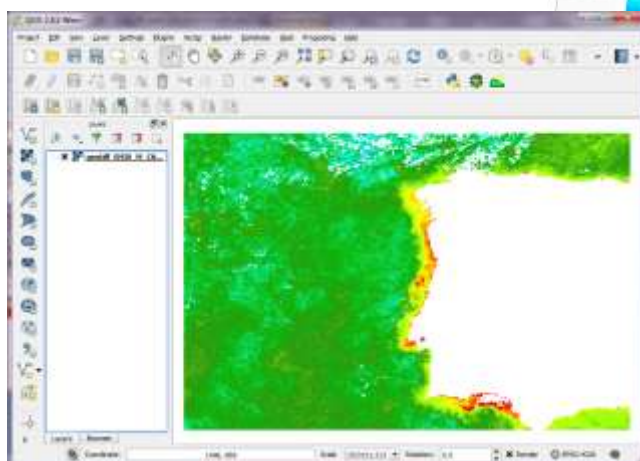
- *Zonal Statistics*
- *Point Sampling Tool*
- *Profile*
- *Oceancolor Data Downloader*

Importar dados da Net

EMIS - European Seas GIS viewer

<http://mcc.irc.ec.europa.eu/emis/>

Download como **GEO TIFF** ou **NetCDF**



NetCDF download ou WCS

MODIS-T
Sea Surface Temperature (MODIS-T)

Sea surface temperature (SST in degree-C): Sea surface temperature is the temperature of the water close to the sea surface. SST is a standard product from satellite-based thermal infra-red sensors, and optical sensors complemented with infrared bands.

GIS viewer | NetCDF download | WMS | WCS | Metadata

EMIS_T_SST_MM_YYYY.nc
2000>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2001>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2002>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2003>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2004>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2005>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2006>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2007>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2008>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2009>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2010>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2011>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2012>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/

EUROPE (Extent: -30,10,42,70)
2000>02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2001>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2002>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2003>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2004>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2005>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2006>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2007>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2008>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2009>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2010>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2011>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2012>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/

Carregar médias mensais SST MODIS-Terra em NETcdf e TIFF

Identificar valores

Identify Results

Feature	Value
0	EMIS_T_SST_01_2005
Band 1	11.670368194580078
(Derived)	
1	ModisT_SST_Jan2005
Band 1	11.670368194580078
(Derived)	

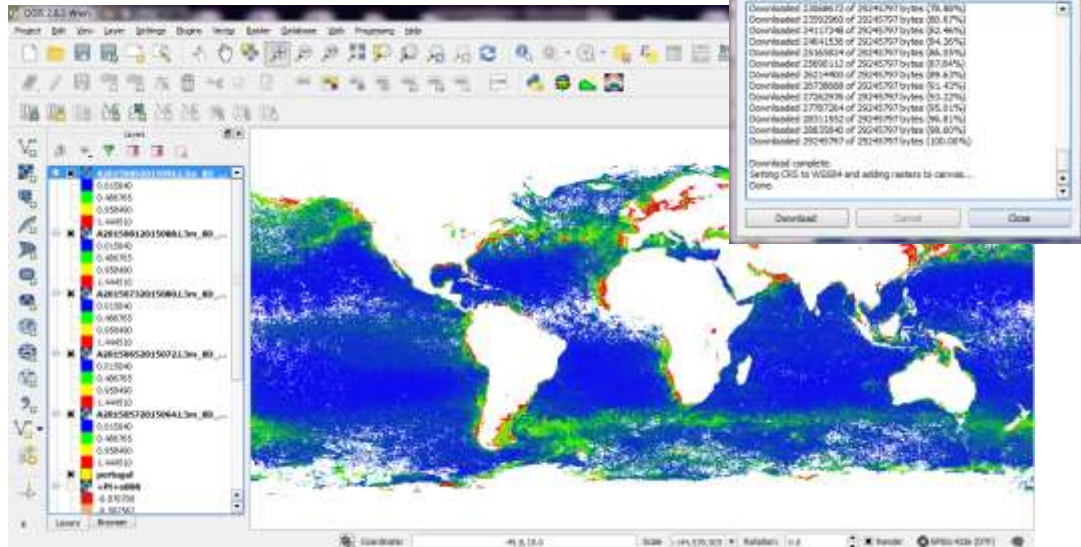
Mode: Layer selection ☐ Auto open form

View: Tree

Plugin

– *Oceancolor Data Downloader*

Vai diretamente ao site fazer o download e converte em formato TIF

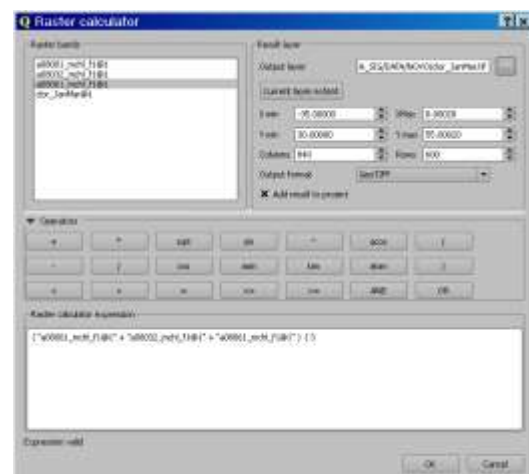


Cálculos

- Descarregue dois ficheiros utilizando o *Oceancolor Data Downloader*
e.g. Dados semanais de clorofila MODIS Aqua
- Adicione-os à lista de camadas
- O sistema de coordenadas (que é EPSG 4326) já vem definido
- Faça um mapa do valor médio de clorofila para as duas semanas

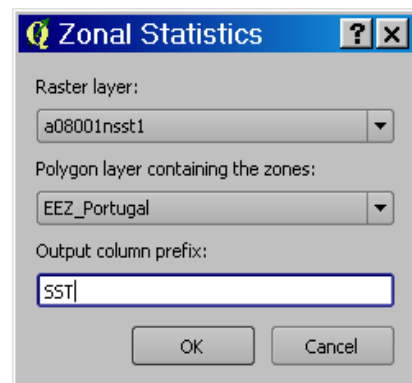
Raster Calculator

(mapa1+mapa2)/2



Estatística por Zonas

- Pretende-se calcular valores médios para uma parte de um raster, delimitada a partir de um polígono
- Carregue o ficheiro com as zonas exclusivas:
World_EEZ_v8_2014_HR.shp
- Seleccione a ZEE de Portugal continental, da Madeira e dos Açores; grave esses polígonos como **um novo shapefile** (Opção: save only selected features)
- Utilize um dos ficheiros anteriores,
- ou um novo com médias mensais
- Calcule a média de clorofila para as ZEE portuguesas com a ferramenta *Zonal Statistics* (output column prefix = SST)
- Foram adicionadas novas colunas à tabela dos polígonos, com os estatísticos de SST



Importação de dados/pontos a partir de tabela

Pretende-se importar dados geográficos de observações de aves, que se encontram num ficheiro Excel

- Abra o ficheiro Excel *TodasAvesZona1_LatLon.xls*
- Grave-o no formato CSV (ou tab-delimited TXT) e feche o ficheiro, para evitar conflitos
- Utilize o botão Adicionar ficheiro de texto.
- Escolha o ficheiro CSV. Deverá ver o início da tabela na parte de baixo da janela
- Deve estar ativada a opção “First record...”
- Escolha os campos das coordenadas

X = Longitude, Y = Latitude

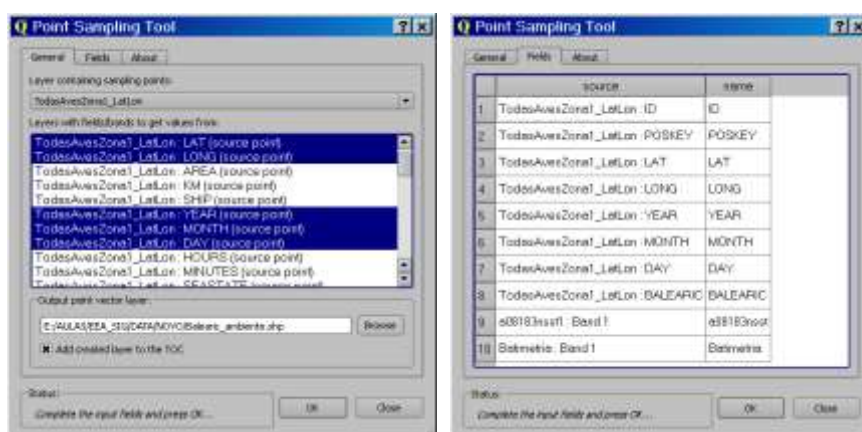
(são coord. geográficas WGS84)

- Escolha um nome para a camada. Poderá depois gravar no formato Shapefile
- O sistema de coordenadas será EPSG: 4326



Extrair valores de rasters para pontos

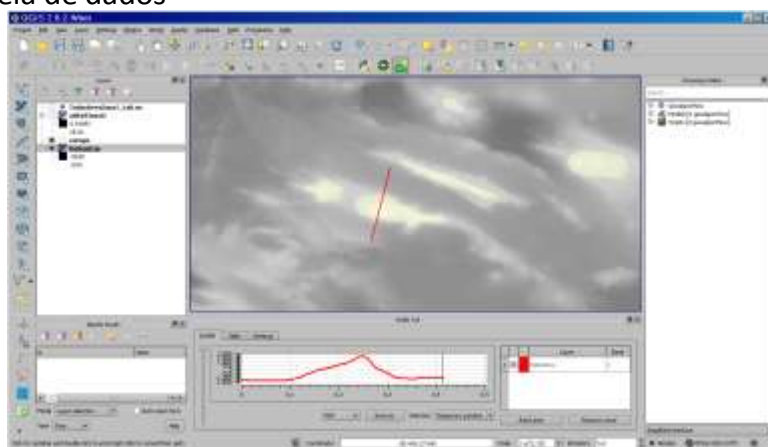
- Pretende-se extrair valores de vários rasters para uma camada de pontos
- Carregar os ficheiros de Batimetria (Batimetria.tif) e Clorofila (clor_JanMar.tif) fornecidos
- Carregar o shapefile das aves (TodasAvesZona1_LatLon.shp)
- Extrair os valores dos rasters utilizando a ferramenta *Point Sampling Tool*
- Seleccionar as colunas importantes (LAT, LONG, Data, BALEARIC, Batimetria; ver em “fields”) e gravar como Balearic_ambiente.shp



Manipulação e análise de dados raster

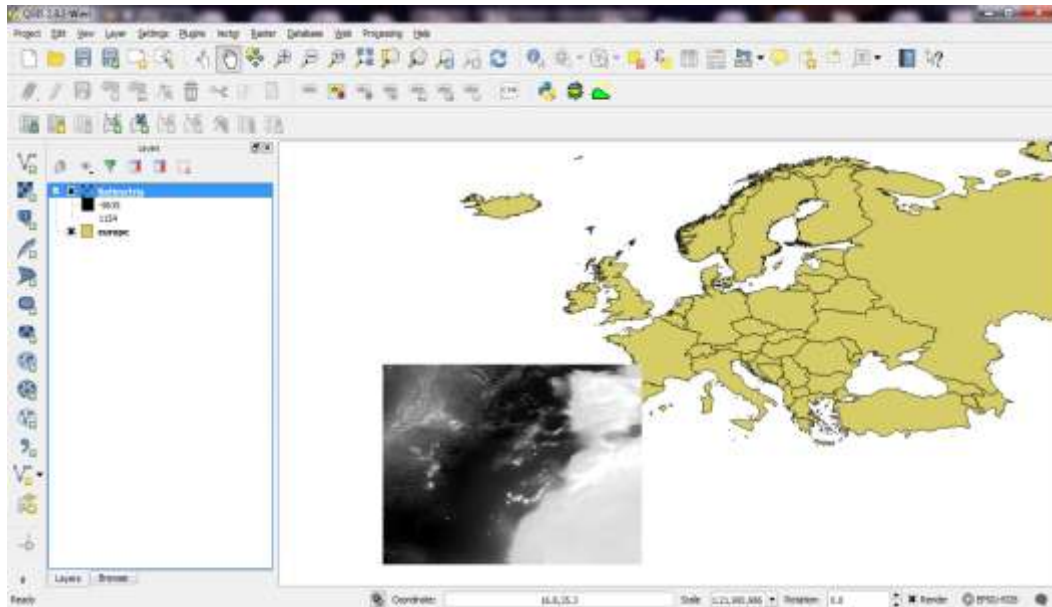
Perfis

- Pretende-se desenhar perfis a partir de uma topografia/batimetria
- Carregar o shapefile da Batimetria
- Traçar perfis perpendiculares à costa em diferentes pontos do país
- Traçar um perfil através do pico da Ilha do Pico
- Ver o perfil e a tabela de dados

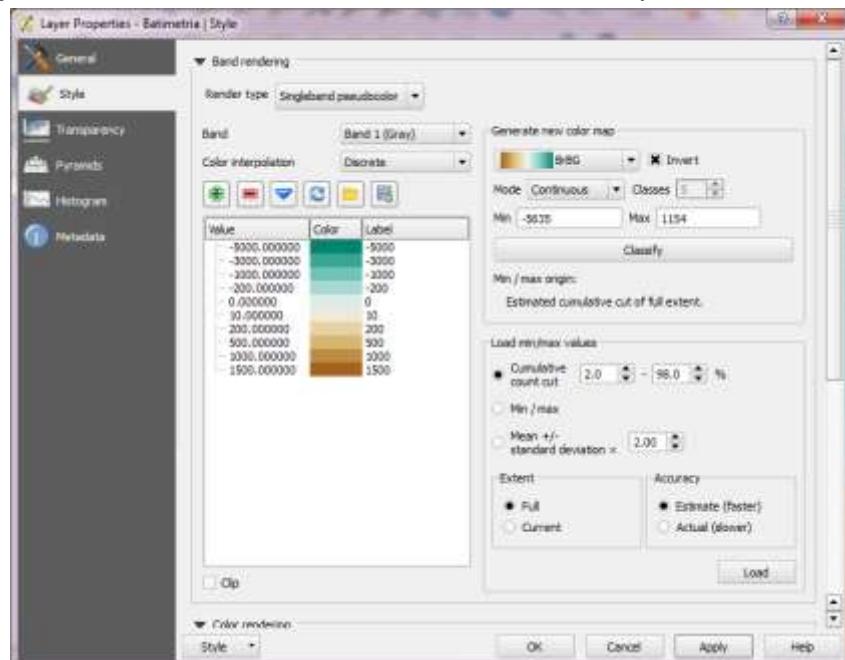


Compor mapas

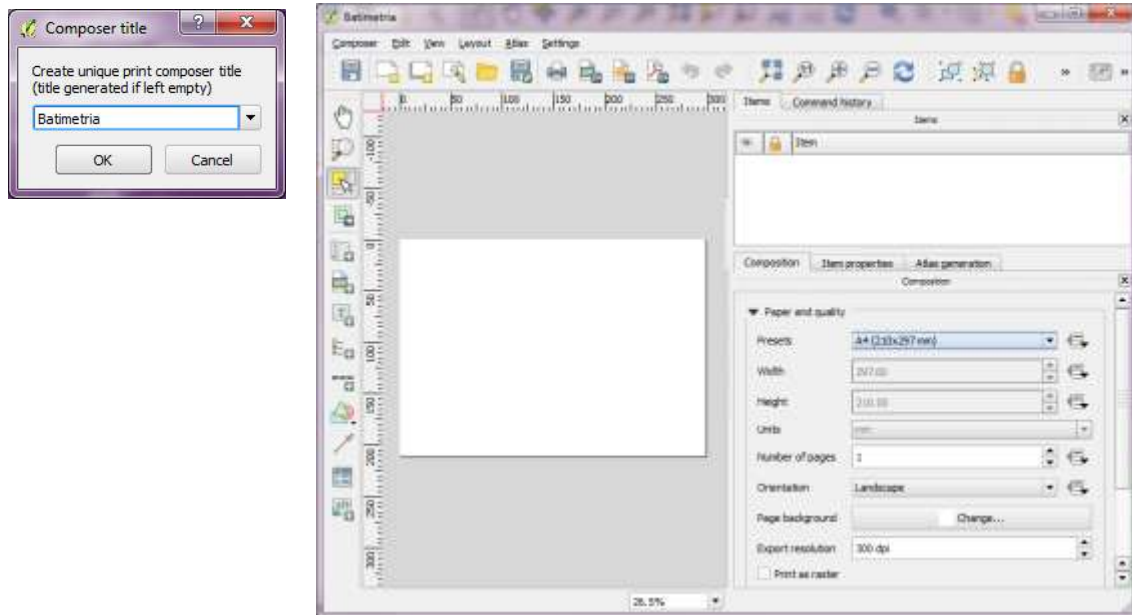
- Carregar o shapefile da Europa (*Europe.shp*) e o raster da batimetria



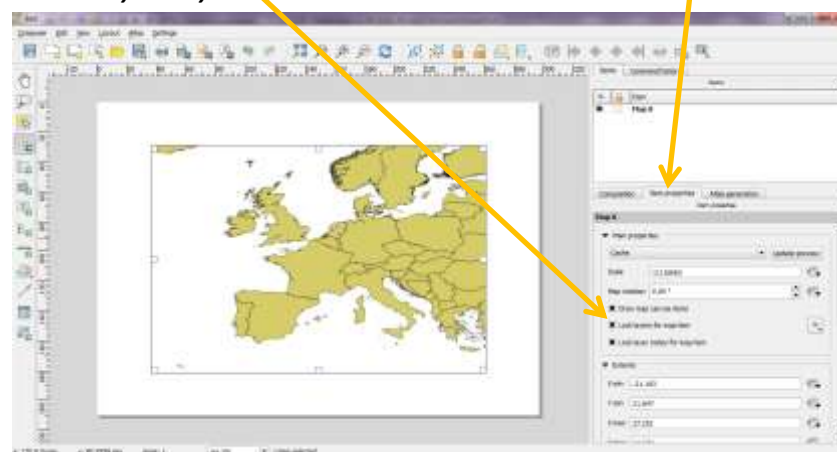
- Definir visualização
- Na classificação do raster, os valores indicam os limites superiores



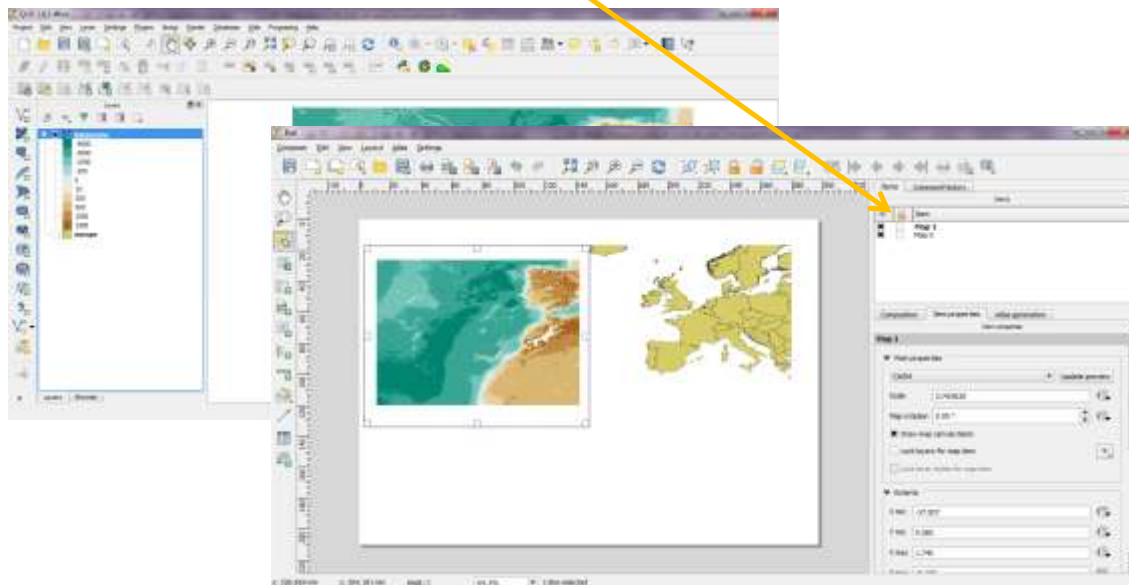
- Mapas criam-se no *Print Composer*
- Abrir *Project > New Print Composer* e definir o nome do mapa



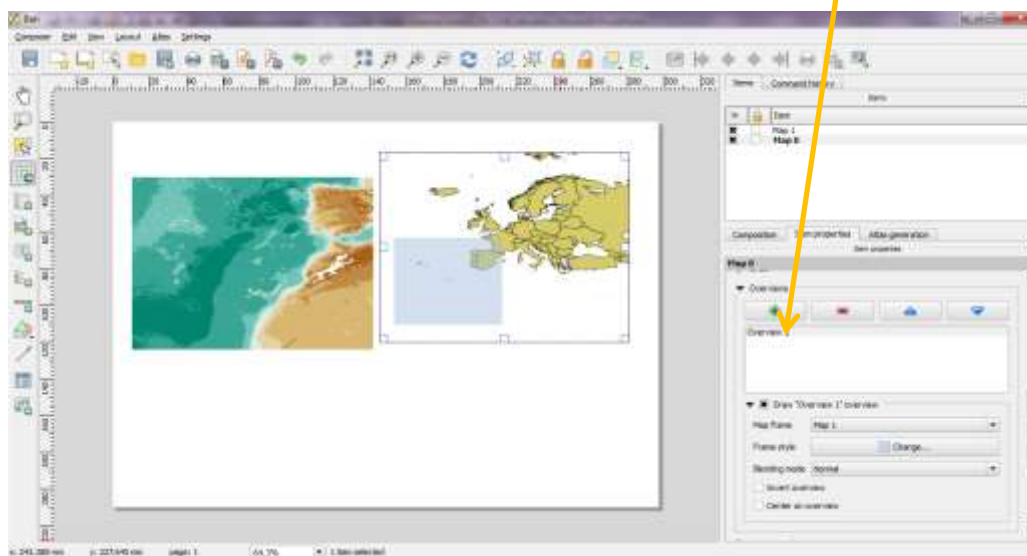
- Definir formato (e.g. A4)
- Desligar a visualização da batimetria no QGIS e adicionar primeiro o nosso mapa da Europa no *Print Composer: Layout > Add new map* → desenhar caixa no local pretendido
- Experimentar o *Layout > Move item* & *Layout > Move content*
- O zoom pode-se fazer com Ctrl+Scrol do rato OU nas *Item properties*
- “Lock” *Layers & Layer styles*



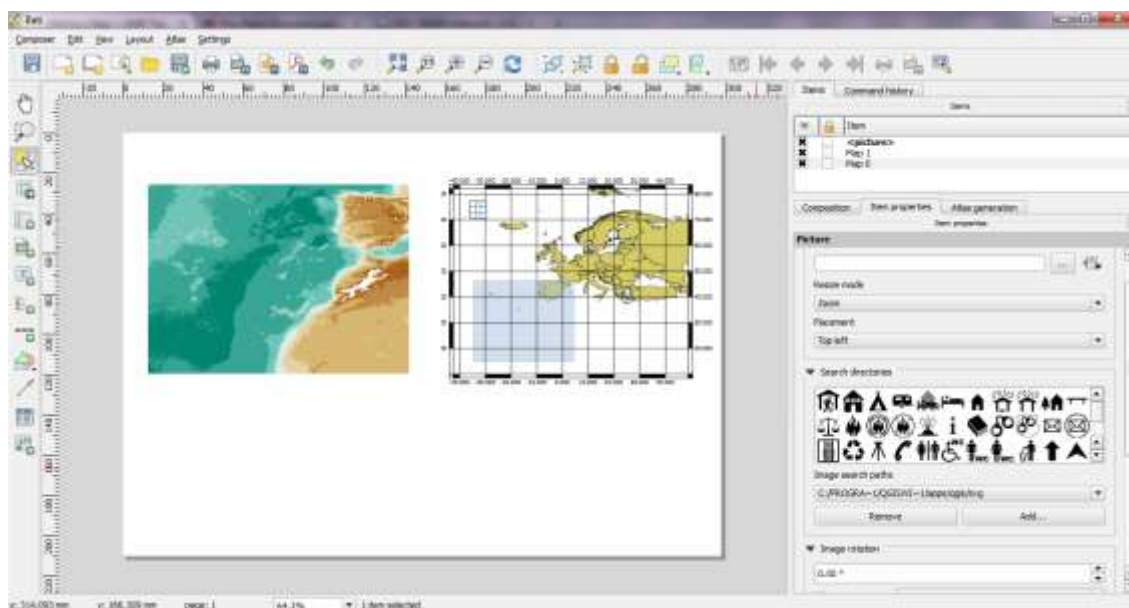
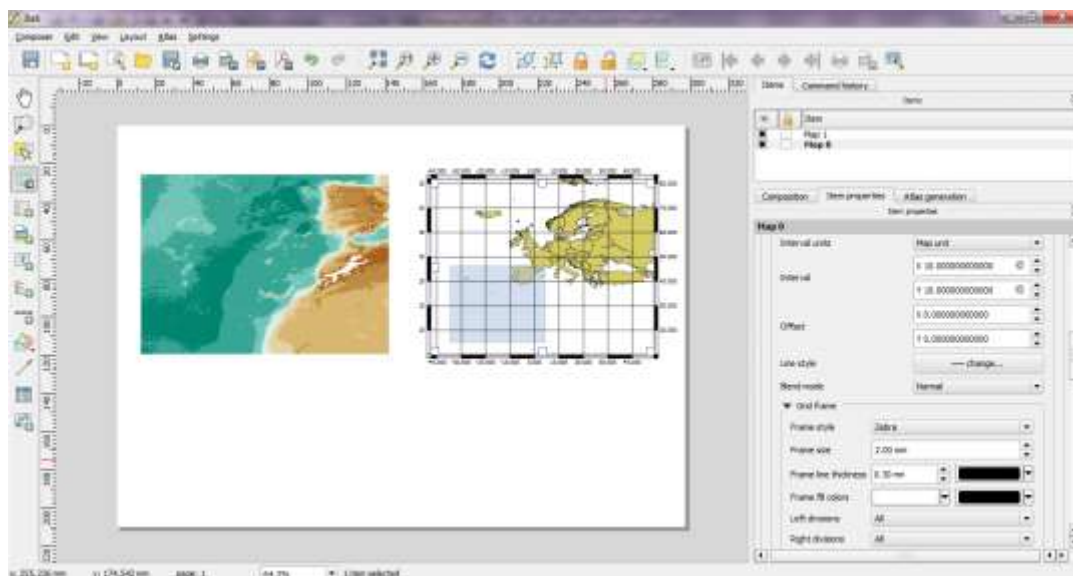
- No QGIS fazer zoom para a batimetria
- Voltar ao *Print composer* e adicionar o mapa de Batimetria: *Add map*
- Ficamos com 2 mapas no Layout



- No Map0, adicionar um novo *overview* em *Item Properties /Overviews*
- Map frame = Map1
- Escolha formato da caixa



- Adicionar a grelha de latitudes/longitudes EPSG 4326 com intervalos X e Y = 10
- Adicionar beira (*gridframe*) “zebra” e coordenadas (*Draw coordinates*)



- Adicionar a rosa de ventos com: *Layout > Add image*
“Search directories” e escolher imagem
- Adicionar uma barra de escala: *Layout > Add scale bar*
- Definir e discriminar *map units* (°) nas *Properties*
- Adicionar título/legenda: *Layout > Add label*
- Adicionar Legenda: *Layout > Add legend ...*
- Exportar o produto final: *File > Export as image*

Software



- Descarregar versão *standalone* de 32 ou 64 bits, de acordo com o sistema operativo, no seguinte endereço:
<https://www.qgis.org/en/site/forusers/download.html>
- Instalar na pasta proposta: *C:\Program Files\QGIS Wien*
- No botão *Iniciar* deverá surgir a pasta de programas *QGIS Wien*
Normalmente utilizamos o *QGIS Desktop*
- Vários outros programas são acessíveis a partir do QGIS Desktop:
 - GRASS
 - Sextante
 - SAGA
 - GDAL



- <http://seadas.gsfc.nasa.gov/>
- Descarregar versão de 32 ou 64 bits, de acordo com o sistema operativo, no seguinte endereço:
<http://seadas.gsfc.nasa.gov/installers/>





- <http://www.unidata.ucar.edu/software/idv/index.html>
- Em <http://www.unidata.ucar.edu/software/idv/docs/userguide/Starting.html> seleccionamos IDV Installers.
- Fazer o registro no sistema
- Descarregar versão de 32 ou 64 bits, de acordo com o sistema operativo
- Instalar em: C:\Program Files\IDV_5.2
- Lançar o software



Bibliografia

Seelye Martin (2014) An Introduction to Ocean Remote Sensing. 2nd Edition. Cambridge University Press (opcional)

QGIS User Guide, disponível em: <http://docs.qgis.org/2.6/pdf/en/QGIS-2.6-UserGuide-en.pdf>

Curso de Formação

Manual II

Monitorização do Meio Marinho por Satélite

21 a 25 de setembro de 2015

Ana Bio & Isabel Iglesias

Índice

Objetivos de aprendizagem & Conteúdos programáticos.....	1
1. Parte teórica	
1.1 Introdução	2
1.2 Observação do meio marinho: Complementaridade & sinergias ..	23
1.3 Órbitas, percursos & resoluções	34
1.4 Sensores & produtos	50
1.5 Programa <i>Copernicus</i>	87
2. Parte prática	
2.1 Exemplos.....	95
2.2 Exercício <i>Landsat</i>	107
2.3 Exercício <i>Giovanni</i>	114
2.4 Exercício <i>ESRL/PSD</i>	126
2.5 Exercício <i>SeaDAS</i>	133
2.6 Exercício <i>IDV</i>	146
2.7 Sistemas de Informação Geográfica – <i>QGIS</i>	162
Software.....	181
Bibliografia.....	182

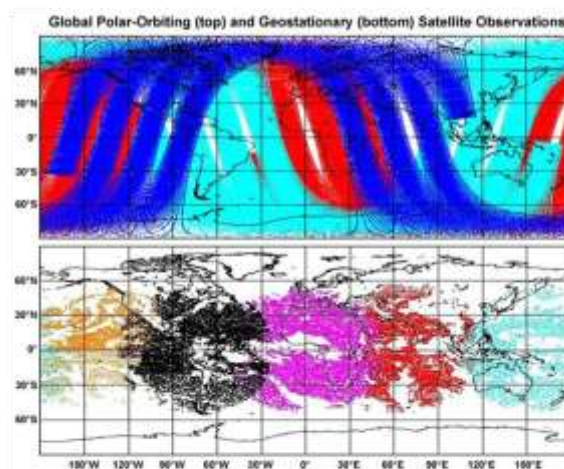
2 PARTE PRÁTICA

2.1 Exemplos

Introdução

- Um satélite de observação utiliza-se principalmente para o controlo e observação do estado do mar, da terra e da atmosfera. Por exemplo:

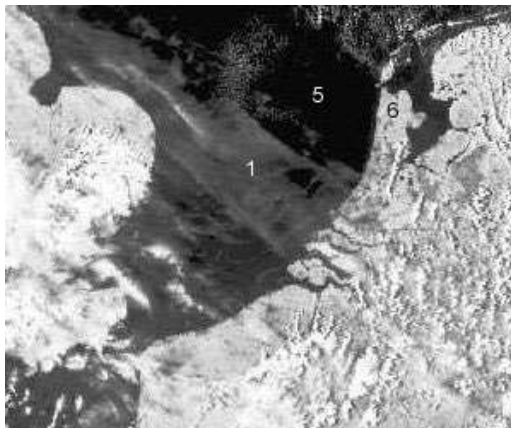
Tempo atmosférico
Clima
Luzes
Fogos
Contaminação
Auroras
Trovoadas
Areia e pó
Correntes
Mudanças na vegetação
Processos erosivos
Estado do mar
Cor do oceano
Gelo polar
Áreas nevadas



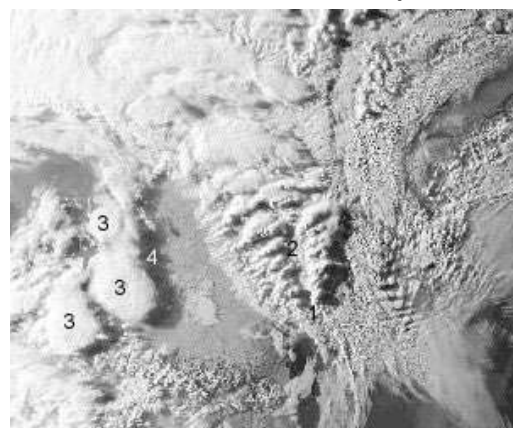
- De forma agrupada, os satélites da China, Estados Unidos, Europa, Índia, Japão e Rússia proporcionam uma observação quase contínua do estado global da Terra

Exemplos

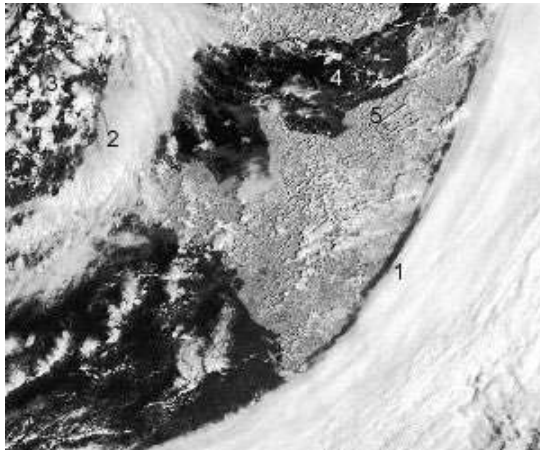
Cirrus, contrastes terra-mar



Nuvens ondulatórias e de tempestade



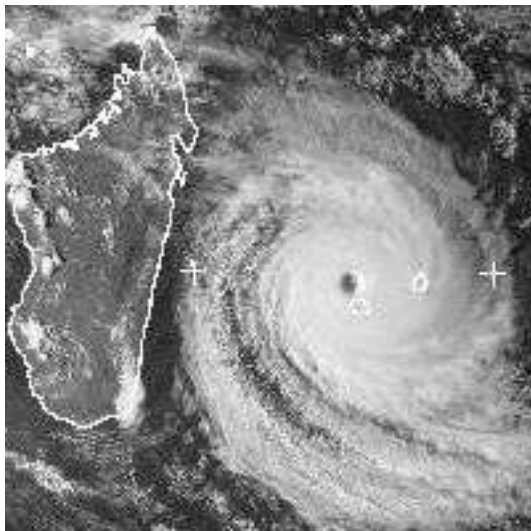
Frente fria



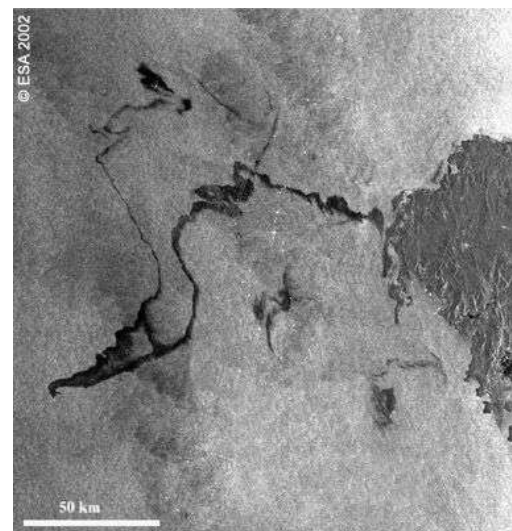
Erupção do Etna, Sicília



Ciclone Dina, oceano Índico



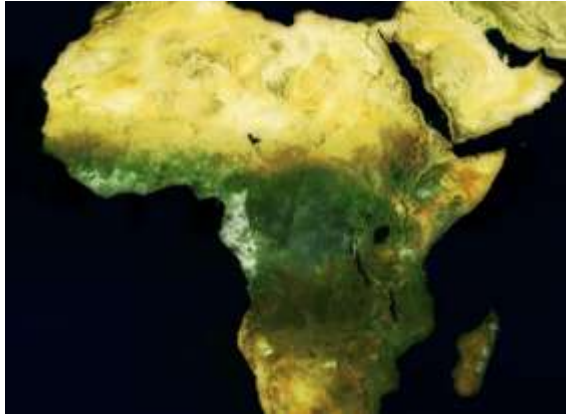
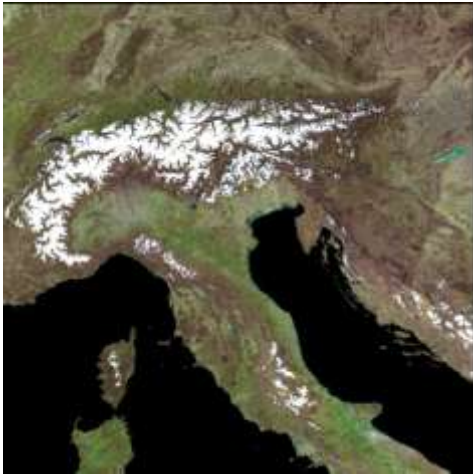
Contaminação por hidrocarbonetos

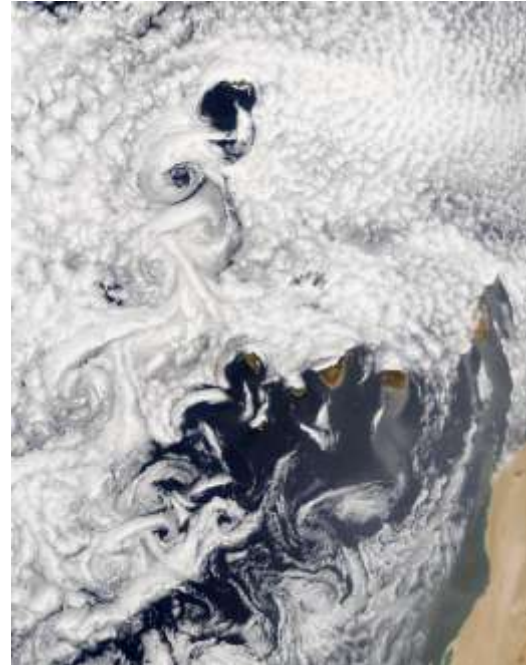
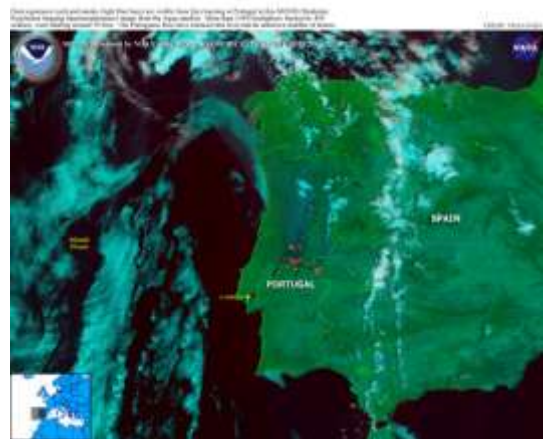
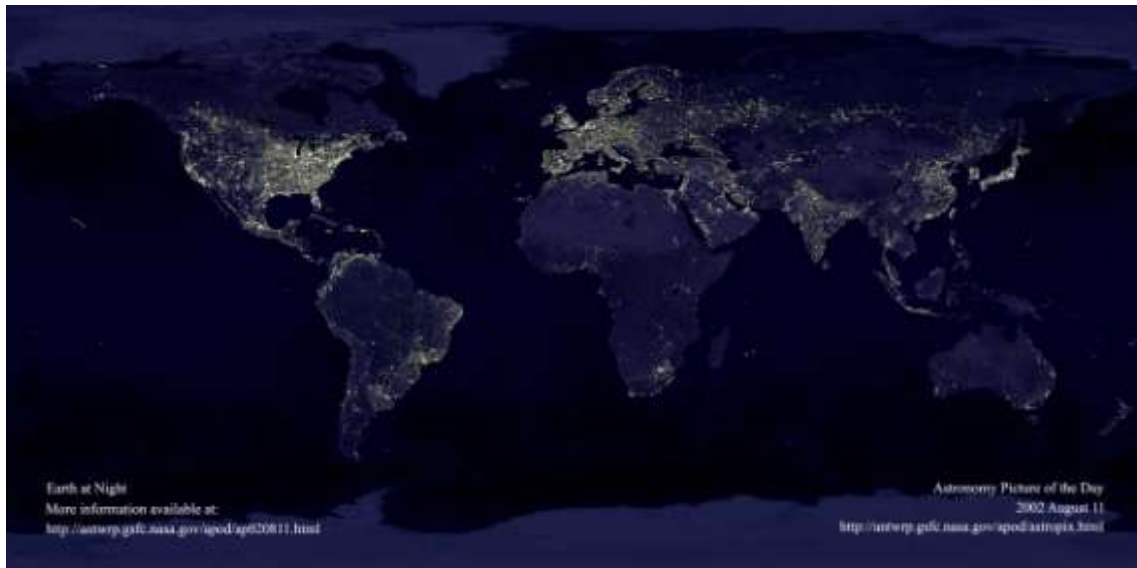


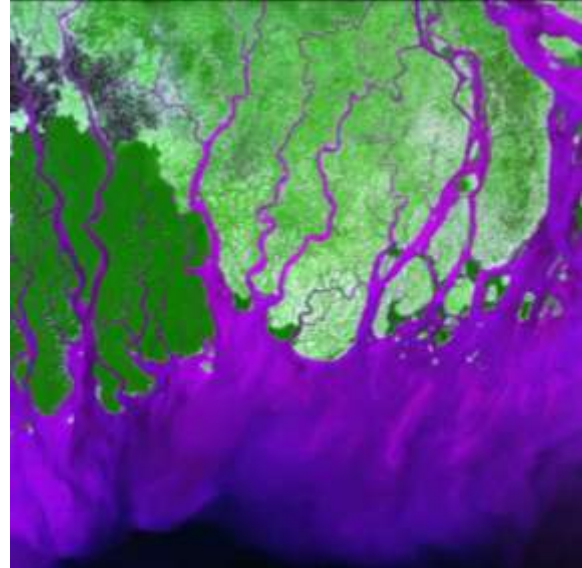
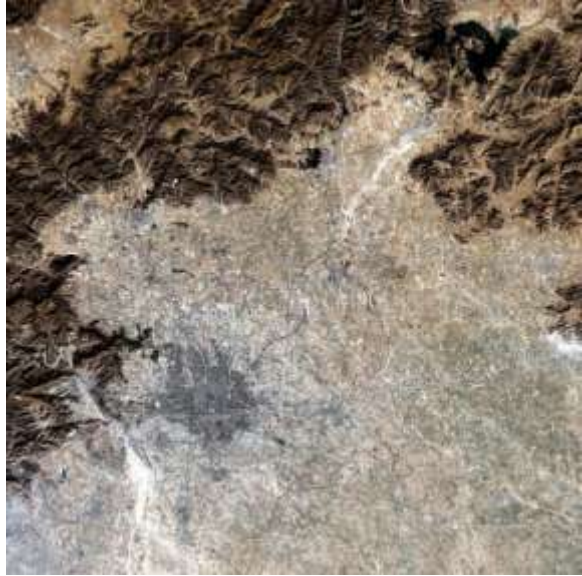
Observação da superfície terrestre

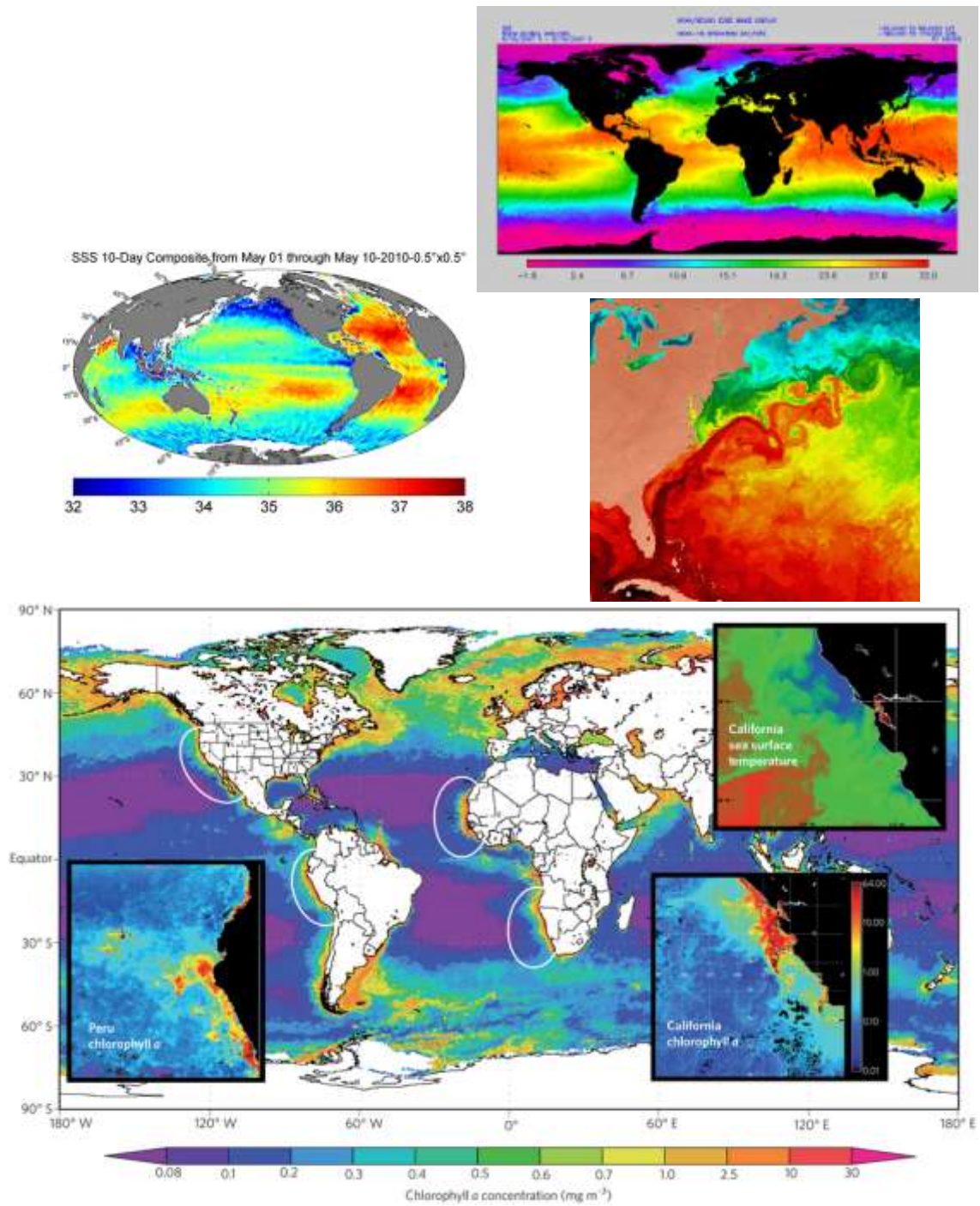


Observação da superfície terrestre



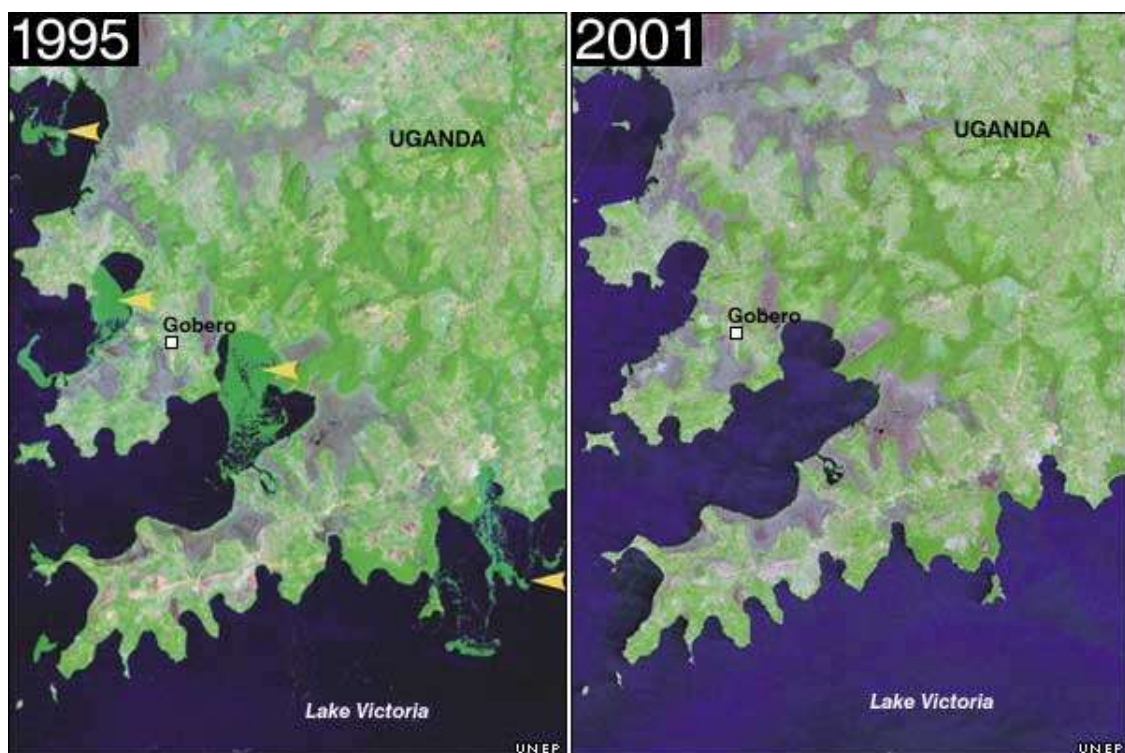
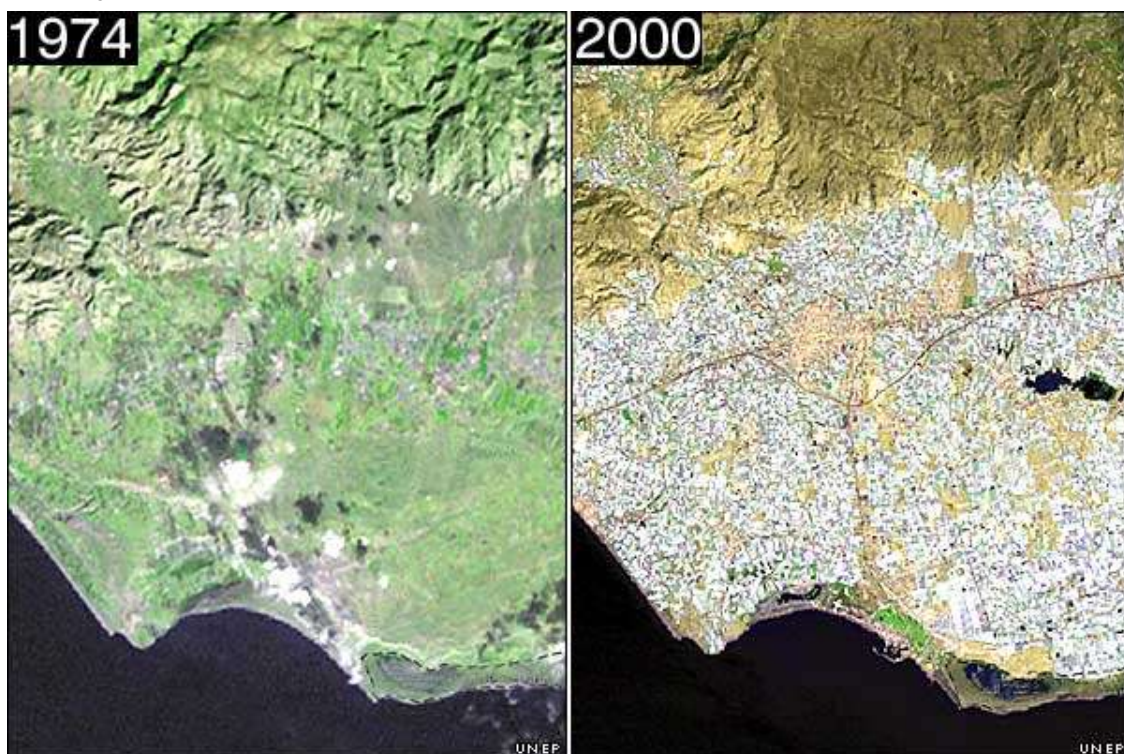


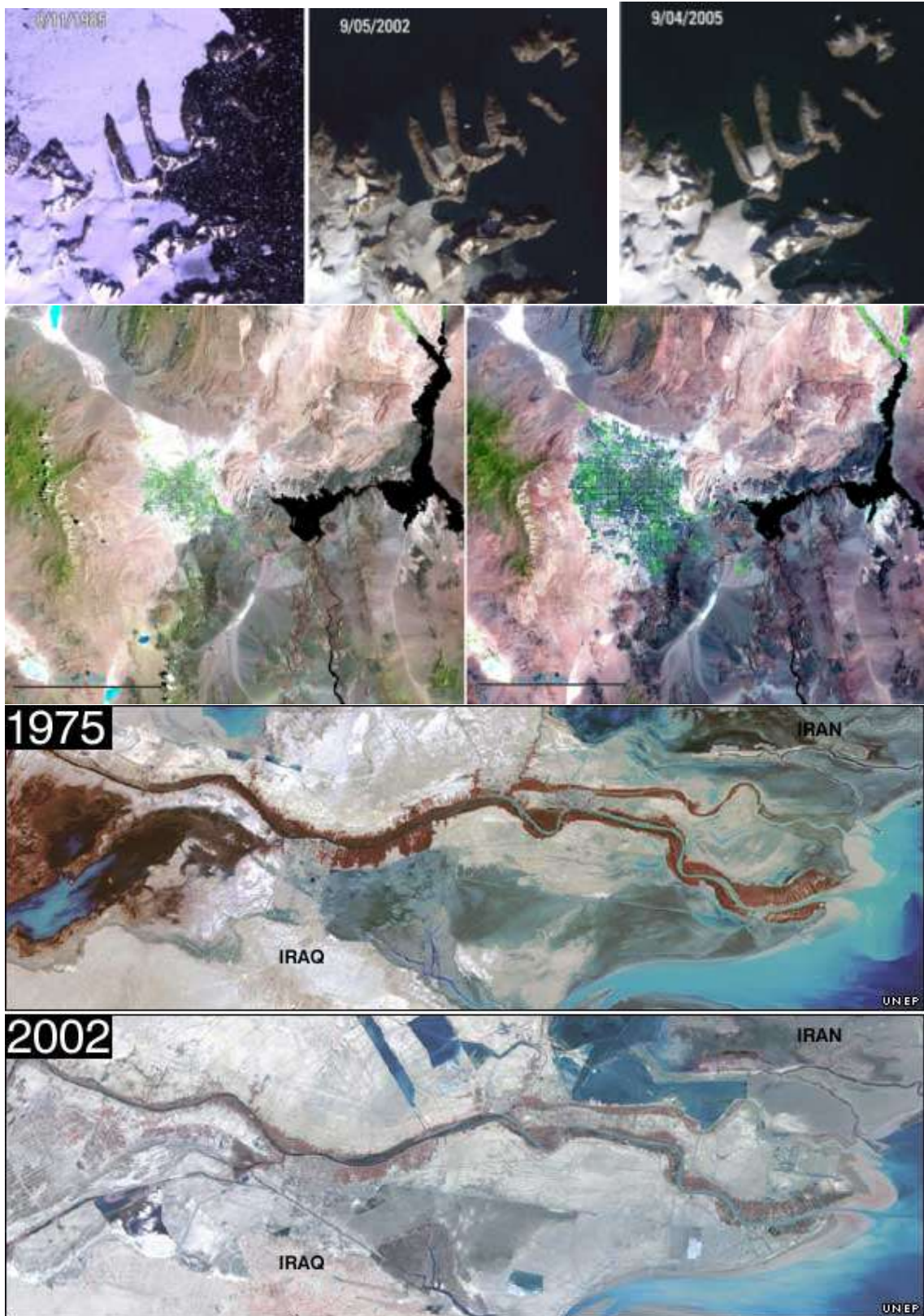


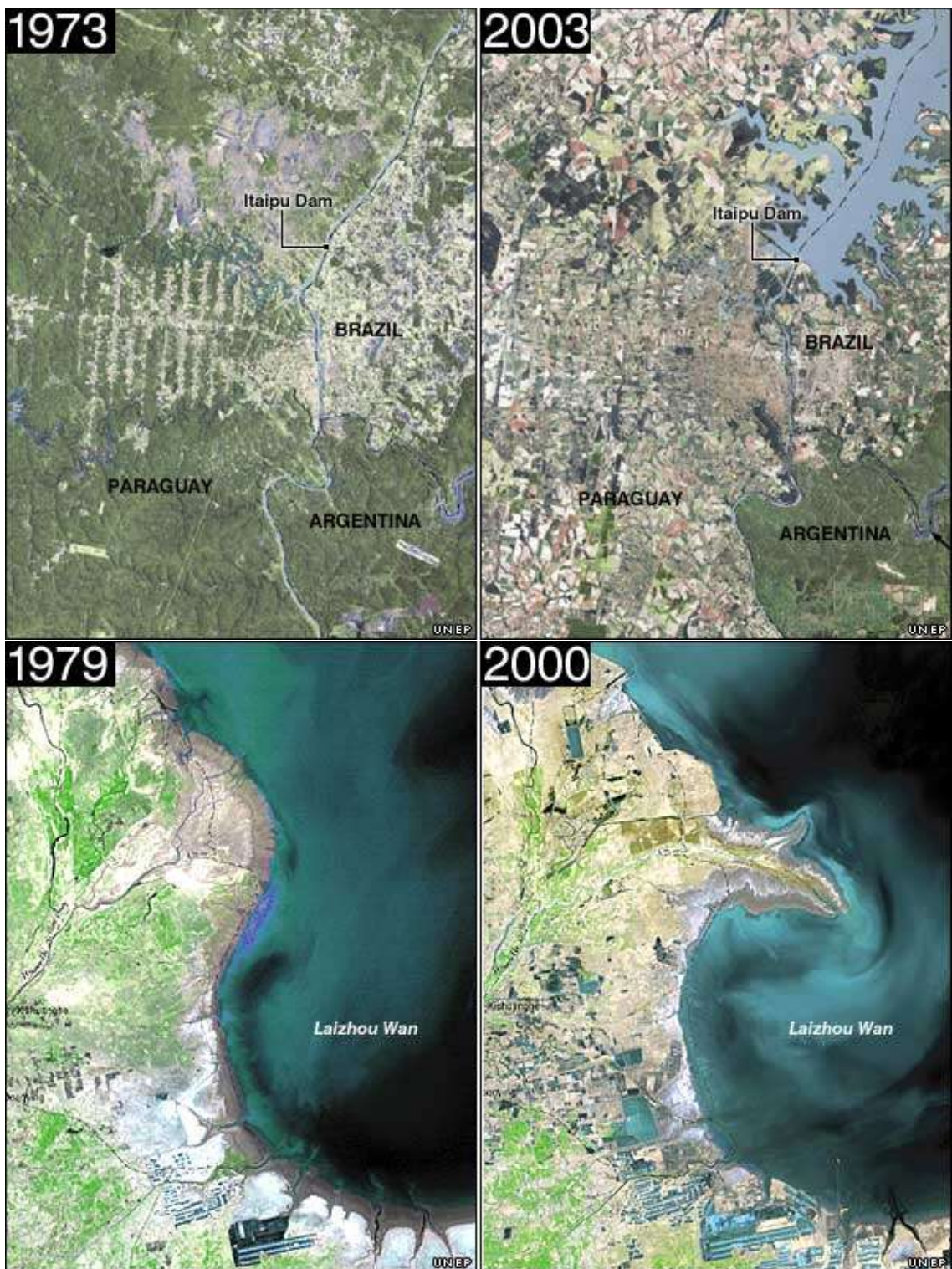


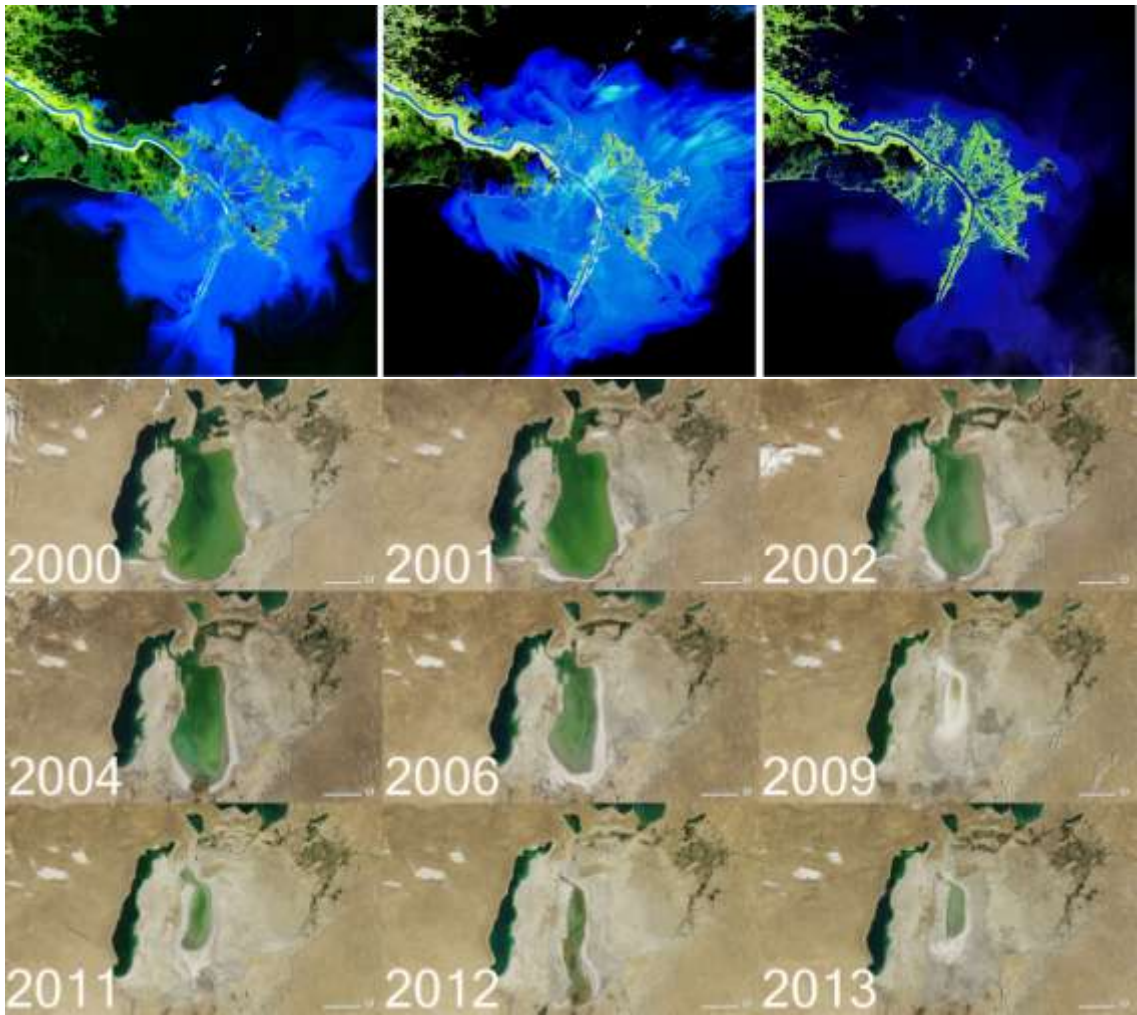


Evoluções









2.2 Exercício Landsat

Exercício prático: Landsat

LANDSAT:

- Programa norte-americano de satélites de observação da Terra
- Começo: Segunda metade da década de 1960. Continua ativo até hoje.
- Desenvolvido pela NASA, dedica-se exclusivamente à observação dos recursos naturais terrestres
- Oito satélites:

Landsat 1: 1972/1978

Landsat 2: 1975/1981

Landsat 3: 1978/1983

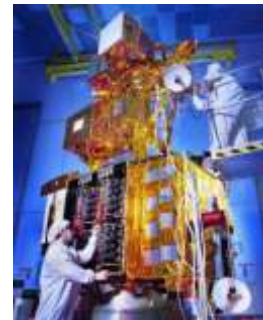
Landsat 4: 1982/1993

Landsat 5: 1984/2012

Landsat 6: 1993/ falhou em atingir a órbita

Landsat 7: 1999/ ainda funcionando, mas com falhas desde 2003

Landsat 8: 2013/ ainda funcionando



LANDSAT:

- Acesso ao Landsat Look "Natural Color" image product archive: <http://landsatlook.usgs.gov/>

USGS
science for a changing world
LandsatLook Viewer

USGS Home
Contact USGS
Search USGS

Welcome to the LandsatLook Viewer!

The LandsatLook Viewer is a prototype tool that was developed to allow rapid online viewing and access to the USGS Landsat image archives. This viewer allows you to:

- Interactively explore the Landsat archive at up to full resolution directly from a common web browser
- Search for specific Landsat images based on area of interest, acquisition date, or cloud cover
- Compare image features and view changes through time
- Display configurable map information layers in combination with the Landsat imagery
- Create a customized image display and export as a simple graphic file
- View metadata and download the full-band source imagery

Start The LandsatLook Viewer

For further information:
[Quick Guide](#)
[About the Images](#)
[Help Document](#)
[Contact Us](#)

We welcome feedback and input for future versions of this Viewer! Please provide your [comments or suggestions](#).

Accessibility | FOIA | Privacy | Policies and Notices
U.S. Department of the Interior | U.S. Geological Survey
URL: <http://landsatlook.usgs.gov/Welcome.html>
Page Contact Information: [Get Landsat](#)
Page Last Modified: 04/02/2013 02:36 pm

USA.gov

Escrever o nome da área de interesse ou fazer zoom no mapa

Mostra os paths do satélite

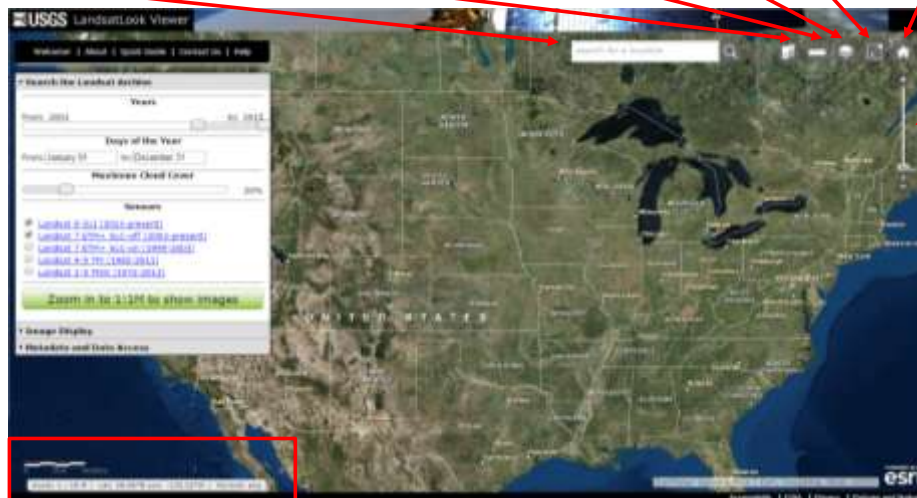
Medidas de áreas, distancias e localização

Mapa de base

Vista geral do mapa

Começar de novo

Zoom



Escala e posição do cursor (latitude e longitude)



Seleccionamos o rango de anos que queremos visualizar

E os días do ano que queremos ver

Seleccionamos a % de nuvens que queremos ter presente (0% céu limpo, 100 % céu coberto)

Seleccionamos os sensores que queremos observar:

- Landsat 8 OLI (Operational Land Imager) and TIRS (Thermal Infrared Sensor)
- Landsat Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)
- Landsat Thematic Mapper (TM)
- Landsat Multispectral Scanner (MSS)

Zoom rápido e mostrar imagens

Uma vez que temos seleccionados os parâmetros que queremos seleccionamos “show images” e abrimos o “Image Display”



Mostra quantas imagens há e quantas estão disponíveis

Mostra os sensores que estão a ser utilizados e as datas

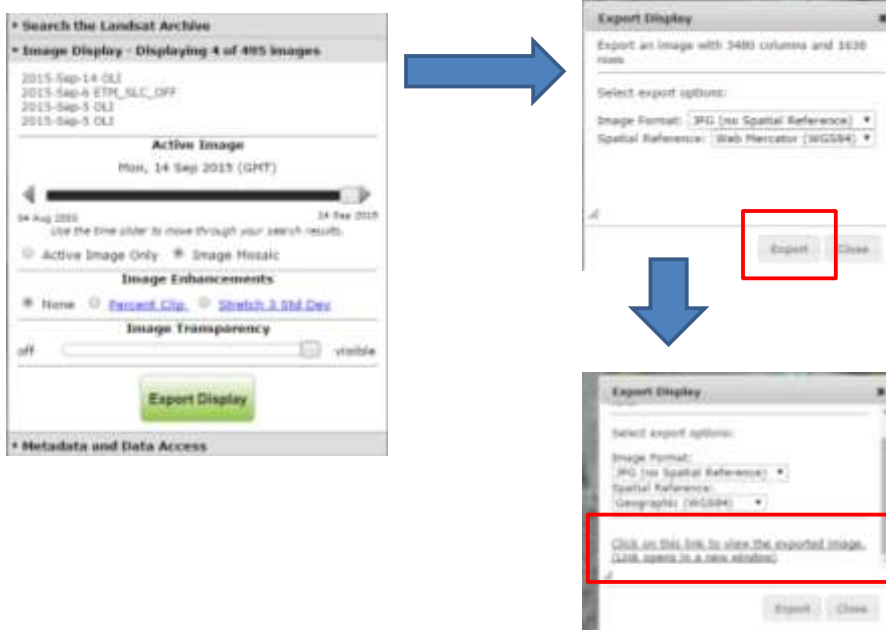
Mostra as características da imagem ativa, e com as setas podemos mudar de imagem a visualizar

Permite mudar a aparência da imagem:

- Percent Clip: Tira as cores mais claras ou escuras, mas pode mudar as cores da imagem
- Stretch 3 Std Dev: Faz o cálculo medio das cores da imagem e reassigna colodes basados em um cálculo da deviação estándar. Tende a mostrar mais brilho na imagem sem mudar as cores

Para seleccionar a transparência (sobre o mapa de fundo) da imagem do Landsat

Quando está tudo pronto, carregamos sobre o “Export Display” para guardar a imagem georreferenciada



Uma vez que temos seleccionados os parâmetros que queremos seleccionamos “show images” e abrimos o “Image Display”



← Mostra os metadatos da imagem em formato tabela ou browser

Exercício prático: Landsat e plumas

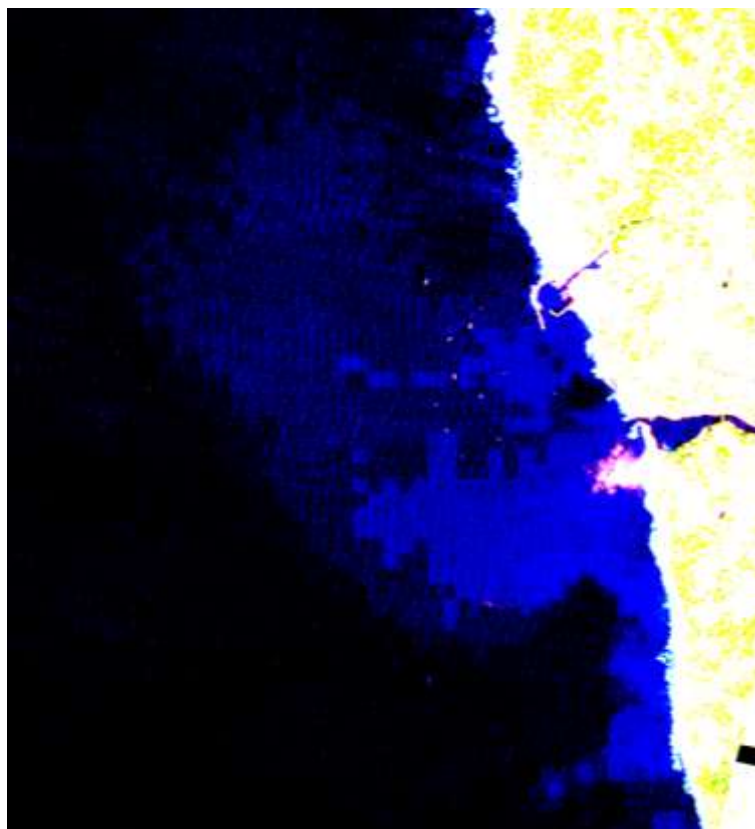
- 05/01/1985
- 02/09/1990
- 07/01/2000
- 24/02/2000
- 20/03/2000
- 26/02/2001
- 01/04/2001
- 15/01/2003
- 24/01/2003
- 04/06/2007
- 20/02/2010
- 26/03/2010
- 24/04/2013

Estudo da pluma do rio Douro:

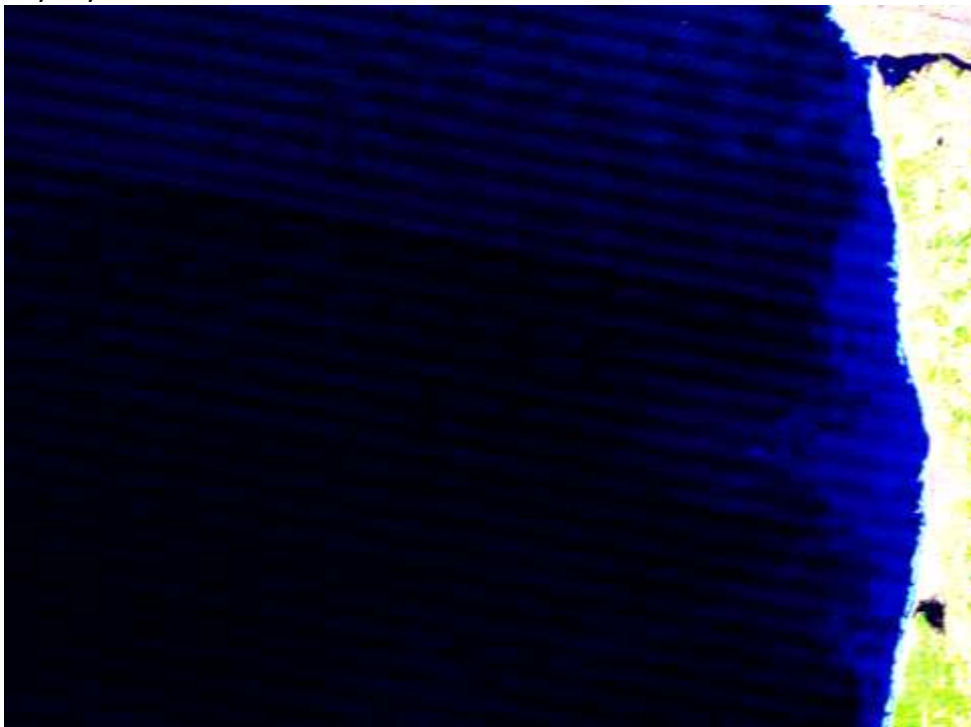
- Procurar em estas datas para a zona do Douro o que é que se vê
- Fazer medição do tamanho da pluma e da corrente costeira (km e km²)

Solução para cada data (imagem do Landsat)

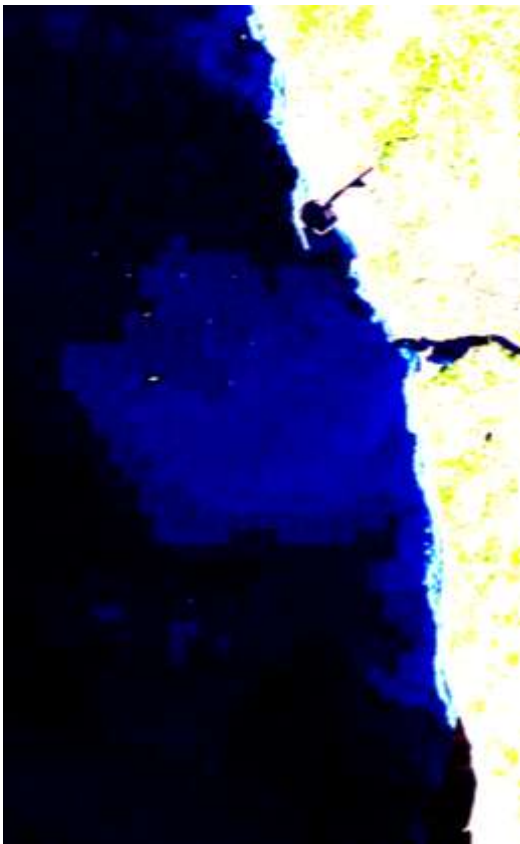
05/01/1985



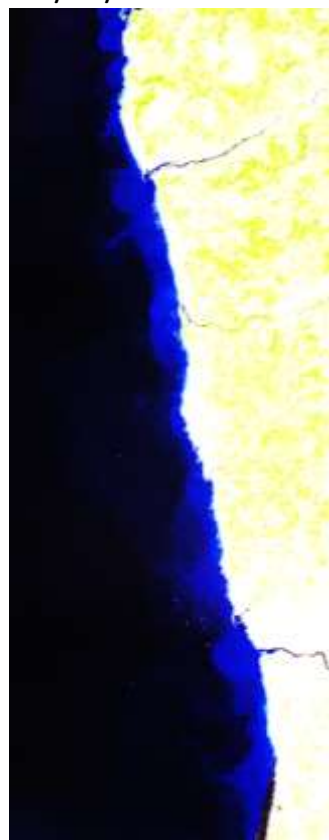
02/09/1990



07/01/2000



24/02/2000



20/03/2000



26/02/2001



01/04/2001



15/01/2003



24/01/2003



04/06/2007



20/02/2010



26/03/2010



24/04/2013



2.3 Exercício *Giovanni*

Exercício prático: Giovanni

GIOVANNI (Geospatial Interactive Online Visualization ANd aNalysis Infrastructure):

- Giovanni é uma aplicação web desenvolvida pelo Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center (GES DISC) que proporciona uma forma simples e intuitiva de visualizar, analisar e aceder a uma grande quantidade de dados de satélite permitindo a sua visualização sem ter de descarregar os dados.
- Giovanni proporciona determinadas ferramentas para a visualização e análises da “cor do Oceano”:

Produtos mensais globais:

http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/G3/gui.cgi?instance_id=ocean_month

Produtos do SeaWiFS e Modis com resolução temporal de 8 dias:

http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/G3/gui.cgi?instance_id=ocean_8day

Qualidade de água com produtos do SeaWiFS e do MODIS:

http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/G3/gui.cgi?instance_id=WaterQuality

Análises de precipitação:

http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/G3/gui.cgi?instance_id=TRMM_3B42RT

GIOVANNI (Geospatial Interactive Online Visualization ANd aNalysis Infrastructure):

- Giovanni é uma aplicação web desenvolvida pelo Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center (GES DISC) que proporciona uma forma simples e intuitiva de visualizar, analisar e aceder a uma grande quantidade de dados de satélite permitindo a sua visualização sem ter de descarregar os dados.
- Giovanni proporciona determinadas ferramentas para a visualização e análises da “cor do Oceano”:

Produtos mensais globais:

http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/G3/gui.cgi?instance_id=ocean_month

Produtos do SeaWiFS e Modis com resolução temporal de 8 dias:

http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/G3/gui.cgi?instance_id=ocean_8day

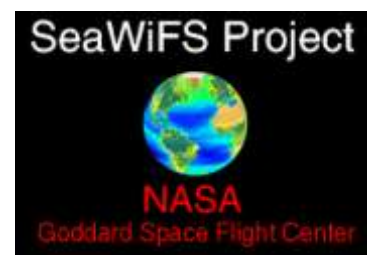
Qualidade de água com produtos do SeaWiFS e do MODIS:

http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/G3/gui.cgi?instance_id=WaterQuality

Análises de precipitação:

http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/G3/gui.cgi?instance_id=TRMM_3B42RT

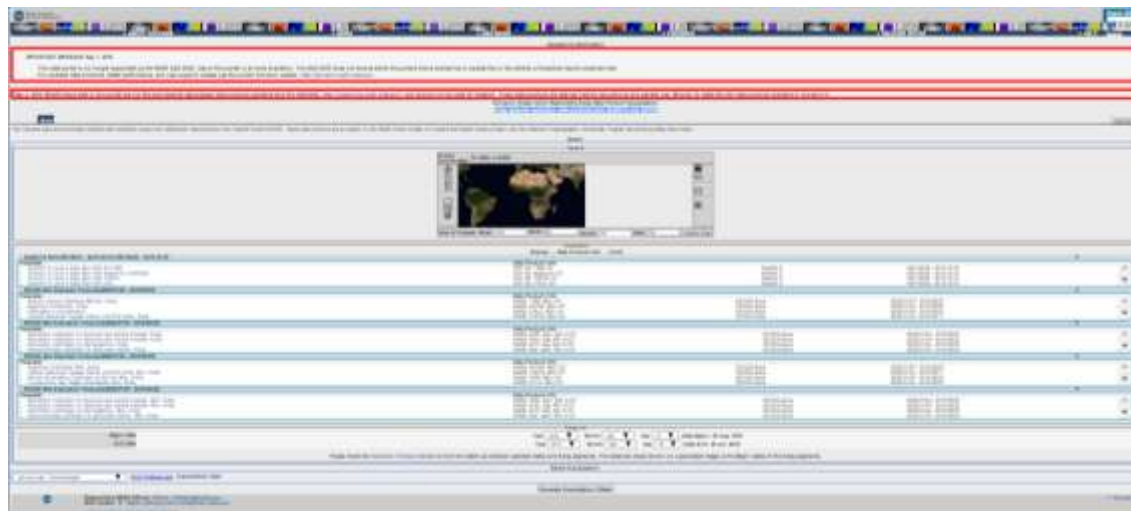
- SeaWiFS (Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor) é um projeto que forma parte da NASA e que pretende dar dados quantitativos das propriedades bio-óticas da Terra baseando-se nas mudanças de cor no oceano, o que permite estudar a produção primária oceânica e a bioquímica global.
- Denominamos produção primária à matéria orgânica do mar que é produzida por produtores primários. Estes produtores primários (algas, bactérias) existem nos níveis mais baixos da cadeia alimentícia, e utilizam a luz do sol ou a energia química como fonte de energia.
- As mudanças de cor no oceano podem significar vários tipos e quantidades de fitoplâncton marinho, concentração de clorofila ou outros pigmentos vegetais. Quanto mais fitoplâncton presente mais pigmentos vegetais haverá na água e mais verde esta vai ser.
- Este projeto processa, calibra, valida, guarda e distribui os dados recebidos pelos “ocean color sensors”, particularmente os dados do SeaStar que carrega o instrumento do SeaWiFS desde 1997. Foi desenvolvido pela Orbital Sciences Corporation e tem uma órbita baixa em torno a Terra.



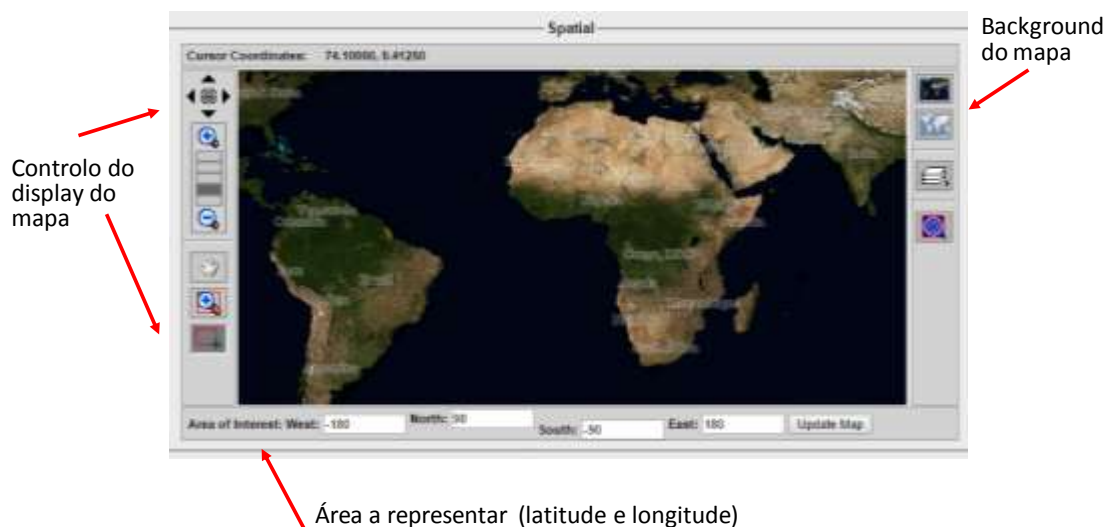
- O MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) é um instrumento que permite uma alta sensibilidade radiometria.
- Esta localizado a bordo dos satélites Terra (1999) e Aqua (2002). Terra orbita de tal maneira que passa de norte a sul, atravessando o equador, de manhã. Aqua passa de sul a norte sobre o equador de tarde.
- Estos dois satélites observam a superfície terrestre cada 1-2 dias, com 36 bandas espectrais.



- Produtos do SeaWiFS e Modis com resolução temporal de 8 dias:
- http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/G3/gui.cgi?instance_id=ocean_8day



- Produtos do SeaWiFS e Modis com resolução temporal de 8 dias:
- http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/G3/gui.cgi?instance_id=ocean_8day



Lista de parâmetros disponíveis

Parameters			
Display: <input checked="" type="checkbox"/> Data <input type="checkbox"/> Product Info <input type="checkbox"/> Units			
SeaWiFS Level 3 8-day 4km SMI AOT665			
<input checked="" type="checkbox"/> SeaWiFS Level 3 8-day 4km SMI AOT665	SWF03_665 CR	SeaWiFS	19970629 - 20181218
<input checked="" type="checkbox"/> SeaWiFS Level 3 8-day 4km SMI Angstrom Coefficient	SWF03_angstrom CR	SeaWiFS	19970629 - 20181218
<input checked="" type="checkbox"/> SeaWiFS Level 3 8-day 4km SMI CDOM	SWF03_CDOM CR	SeaWiFS	19970629 - 20181218
<input checked="" type="checkbox"/> SeaWiFS Level 3 8-day 4km SMI CHL	SWF03_CHL CR	SeaWiFS	19970629 - 20181218
<input checked="" type="checkbox"/> SeaWiFS Level 3 8-day 4km SMI Kd490	SWF03_Kd490 CR	SeaWiFS	19970629 - 20181218
<input checked="" type="checkbox"/> SeaWiFS Level 3 8-day 4km SMI Kd490	SWF03_Kd490 CR	SeaWiFS	19970629 - 20181218
MODIS Sea Standard Products (MODIS-SEA)			
MODIS Sea Standard Products (MODIS-SEA)			
<input checked="" type="checkbox"/> Aerosol Optical Thickness 660 nm, 8-day	MA03_TSM660_8m CR	MODIS-Aqua	20020704 - 20150625
<input checked="" type="checkbox"/> Aerosol Coefficient, 8-day	MA03_AODM_8m CR	MODIS-Aqua	20020704 - 20150625
<input checked="" type="checkbox"/> Chlorophyll a concentration	MA03_CHL08_8m CR	MODIS-Aqua	20020704 - 20150625
<input checked="" type="checkbox"/> Colored Dissolved Organic Matter (CDOM) index, 8-day	MA03_CDOM_8m CR	MODIS-Aqua	20020704 - 20150617
<input checked="" type="checkbox"/> Diffuse attenuation coefficient at 490 nm, 8-day	MA03_Kd490_8m CR	MODIS-Aqua	20020704 - 20150625
<input checked="" type="checkbox"/> Fluorescence Line Height normalized, 8-day	MA03_FHLH_8m CR	MODIS-Aqua	20020704 - 20150625
MODIS Sea Standard Products (MODIS-SEA)			
MODIS Sea Standard Products (MODIS-SEA)			
<input checked="" type="checkbox"/> Absorption coefficient for dissolved and detrital material, 8-day	MA03_AOD_8m_443_9 CR	MODIS-Aqua	20020704 - 20150625
<input checked="" type="checkbox"/> Absorption coefficient for dissolved and detrital material, 8-day	MA03_AOD_8m_443_9 CR	MODIS-Aqua	20020704 - 20150625
<input checked="" type="checkbox"/> Absorption coefficient for phytoplankton, 8-day	MA03_APH_8m_443_9 CR	MODIS-Aqua	20020704 - 20150625
<input checked="" type="checkbox"/> Backscattering coefficient for particulate matter, 8-day	MA03_BBP_8m_443_9 CR	MODIS-Aqua	20020704 - 20150625
<input checked="" type="checkbox"/> Backscattering coefficient for particulate matter, 8-day	MA03_BBP_8m_443_9 CR	MODIS-Aqua	20020704 - 20150625
<input checked="" type="checkbox"/> Evaporative flux, 8-day	MA03_EFLH_8m CR	MODIS-Aqua	20020704 - 20150625
MODIS Sea Standard Products (MODIS-SEA)			
MODIS Sea Standard Products (MODIS-SEA)			
<input checked="" type="checkbox"/> Aerosol Coefficient, 8-day	MA03_AODM_8m CR	MODIS-Aqua	20020704 - 20150625
<input checked="" type="checkbox"/> Colored Dissolved Organic Matter (CDOM) index, 8-day	MA03_CDOM_8m CR	MODIS-Aqua	20020704 - 20150617
<input checked="" type="checkbox"/> Diffuse Attenuation Coefficient at 490 nm, 8-day	MA03_Kd490_8m CR	MODIS-Aqua	20020704 - 20150625
<input checked="" type="checkbox"/> Fluorescence Line Height (normalized), 8-day	MA03_FHLH_8m CR	MODIS-Aqua	20020704 - 20150625
<input checked="" type="checkbox"/> Particulate Inorganic Carbon, 8-day	MA03_PIC_8m CR	MODIS-Aqua	20020704 - 20150625

- SeaWiFS 9km (1997/09/01 - 2010/12/31)(1997/08/29 - 2010/12/18):
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI AOT865
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI Angstrom Coefficient
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI CDOM
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI CHL
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI Kd490
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI PAR
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI PIC
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI POC
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI RRS Rrs412
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI RRS Rrs443
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI RRS Rrs490
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI RRS Rrs510
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI RRS Rrs555
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI RRS Rrs670
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI GSM_adg_443
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI GSM_bbp_443
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI KDLEE_Zeu
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI QAA_a_443
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI QAA_adg_443
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI QAA_aph_443
 - SeaWiFS Level 3 8day 9km SMI QAA_bbp_443

- MODIS 9km Standard Products (2002/07/04 - 2015/06/25)
 - Aerosol Optical Thickness 869 nm, 8-day
 - Angstrom Coefficient, 8-day
 - Chlorophyll a concentration
 - Colored Dissolved Organic Matter (CDOM) Index, 8-day
 - Diffuse attenuation coefficient at 490 nm 9km
 - Fluorescence Line Height (normalized), 8-day
 - Particulate Inorganic Carbon, 8-day
 - Particulate Organic Carbon, 8-day
 - Photosynthetically Available Radiation, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 412 nm, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 443 nm, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 469 nm, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 488 nm, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 531 nm, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 547 nm, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 555 nm, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 645 nm, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 667 nm, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 678 nm, 8-day

- MODIS 9km Evaluation Products(2002/07/04 - 2015/06/25)
 - Absorption coefficient for dissolved and detrital material, 8-day
 - Absorption coefficient for dissolved and detrital material, 8-day
 - Absorption coefficient for phytoplankton, 8-day
 - Backscattering coefficient for particulate matter, 8-day
 - Backscattering coefficient for particulate matter, 8-day
 - Euphotic depth, 8-day
 - Total absorption coefficient, 8-day

- MODIS 4km Standard Products (2002/07/04 - 2015/06/25)
 - Angstrom Coefficient 4km, 8-day
 - Colored Dissolved Organic Matter (CDOM) Index 4km, 8-day
 - Diffuse Attenuation Coefficient at 490 nm 4km, 8-day
 - Fluorescence Line Height (normalized) 4km, 8-day
 - Particulate Inorganic Carbon 4km, 8-day
 - Particulate Organic Carbon 4km, 8-day
 - Photosynthetically Available Radiation 4km, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 412 nm, 4km, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 443 nm, 4km, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 469 nm, 4km, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 488 nm, 4km, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 531 nm, 4km, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 547 nm, 4km, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 555 nm, 4km, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 645 nm, 4km, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 667 nm, 4km, 8-day
 - Remote sensing reflectance at 678 nm, 4km, 8-day
 - chlorophyll a concentration 4km, 8-day

- MODIS 4km Evaluation Products (2002/07/04 - 2015/06/25)
 - Absorption coefficient for dissolved and detrital material, 4km, 8-day
 - Absorption coefficient for dissolved and detrital material, 4km, 8-day
 - Absorption coefficient for phytoplankton, 4km, 8-day
 - Backscattering coefficient for particulate matter, 4km, 8-day
 - Backscattering coefficient for particulate matter, 4km, 8-day
 - Euphotic depth, 4km, 8-day
 - Total absorption coefficient, 8-day

Seleção da data a visualizar

The screenshot shows the top section of the visualization tool. It includes a 'Temporal' section with 'Begin Date' and 'End Date' fields, each with a calendar icon. Below these are dropdown menus for 'Year', 'Month', and 'Day'. A note states: 'Please check the Calendar of 8-day intervals to find the match-up between selected dates and 8-day segments. The temporal range shown on a generated image is the Begin date of the 8-day segments.' Below this is a 'Select Visualization:' section with a dropdown menu currently set to 'Lat-Lon map, Time averaged'. There are also links for 'Edit Preferences' and 'Visualization Help'. At the bottom are 'Generate Visualization' and 'Reset' buttons.

Geração do modo de visualização:

- Lat-lon map, time averaged
- Animation
- Histogram
- Overlay of lat-lon maps
- Correlation map
- Scatter plot
- Latitude-time Hovmöller diagram
- Longitude-time Hovmöller diagram
- Scatter plot time averaged
- Time series
- Time series, area averaged differences
- Histogram, area averaged
- Lat-Lon maps of time-averaged differences

This screenshot is identical to the previous one, but the 'Edit Preferences' button in the 'Select Visualization:' section is highlighted with a red box. A red arrow points from this box down to the next screenshot.

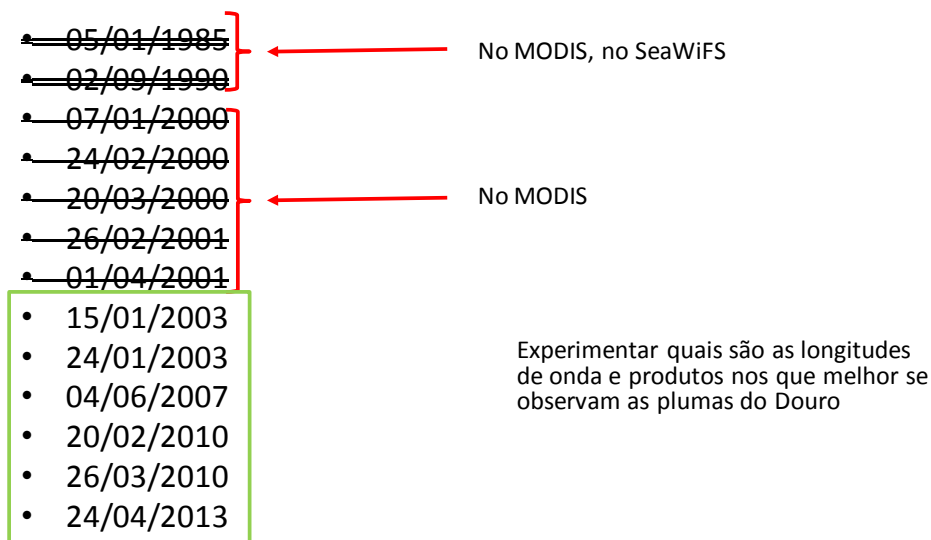
The screenshot shows the 'Select Visualization' preferences dialog box. It contains several settings: 'Image Width' (100), 'Image Height' (100), 'Decoration Flag' (Yes), 'Color Bar' (Mode: System, Palette: Random, Min Value: 0, Max Value: 10), 'Projection' (Equatorial Cylindrical), and 'Smooth Flag' (Yes). Each setting has a corresponding description on the right. The dialog is titled 'Select Visualization:' and has a 'Visualization Help' link at the top.

Detalhes da imagem que vamos a obter: Tamanho, colorbar, projeção, etc

The screenshot shows two buttons side-by-side: 'Generate Visualization' and 'Reset'. Both buttons are highlighted with a red box.

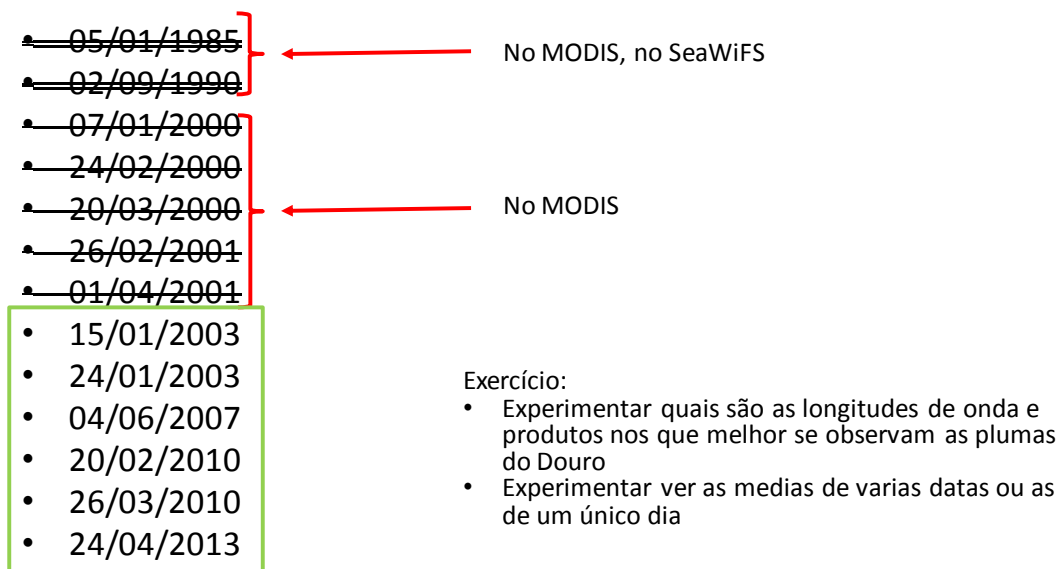
Exercício prático: Giovanni e plumas

- Tomamos as datas nas que encontramos plumas no Landsat para analisar no Giovanni



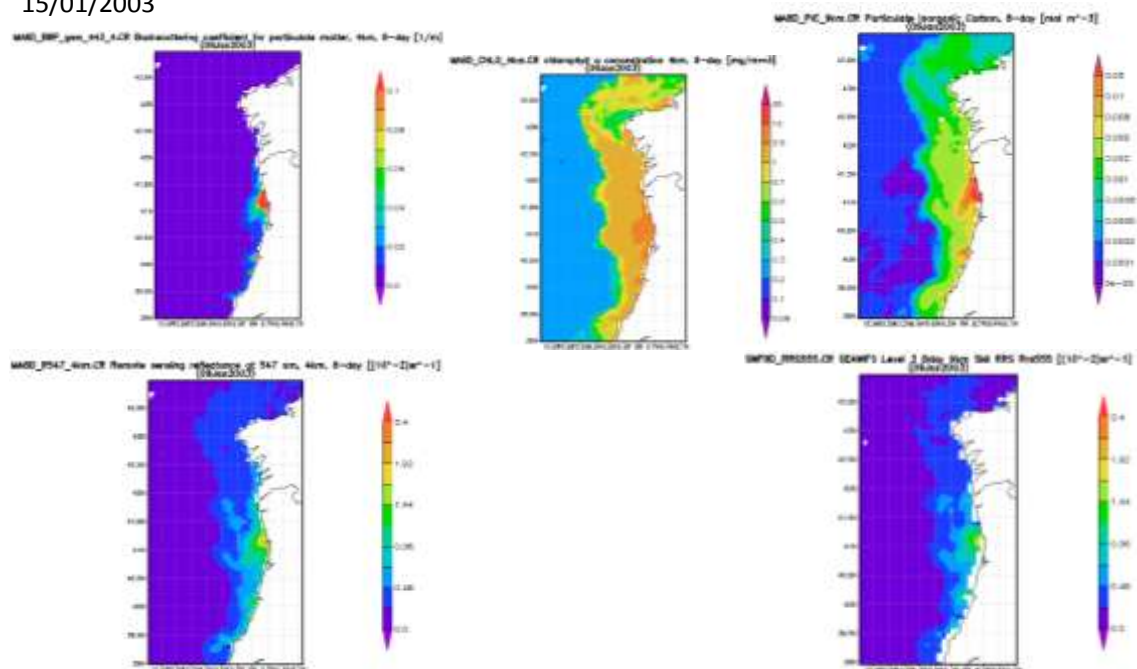
Solução para cada data (imagem do Giovanni)

- Tomamos as datas nas que encontramos plumas no Landsat para analisar no Giovanni

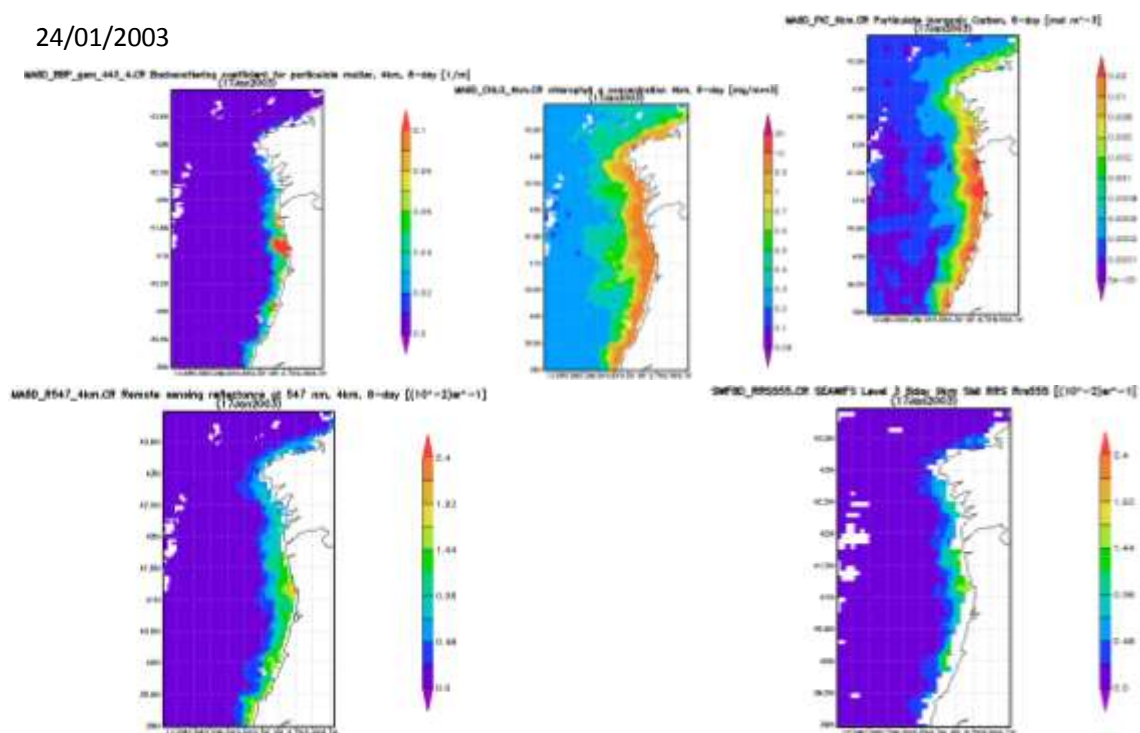


Solução para cada data (imagem do Giovanni para única data)

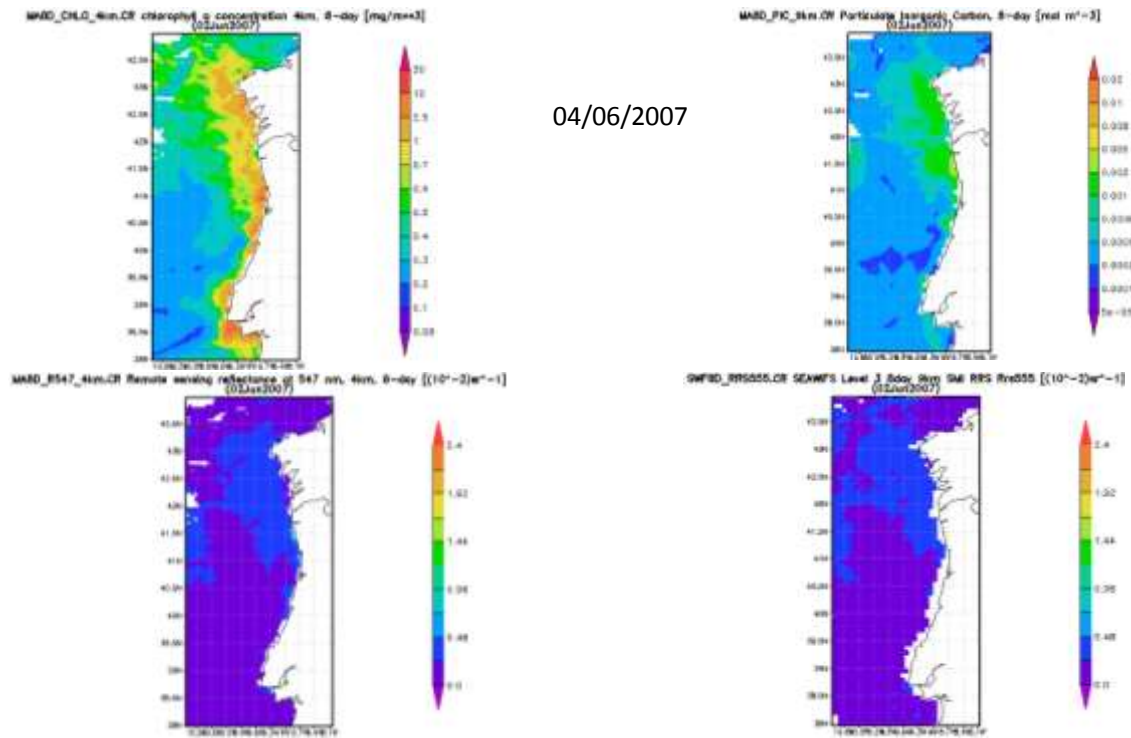
15/01/2003



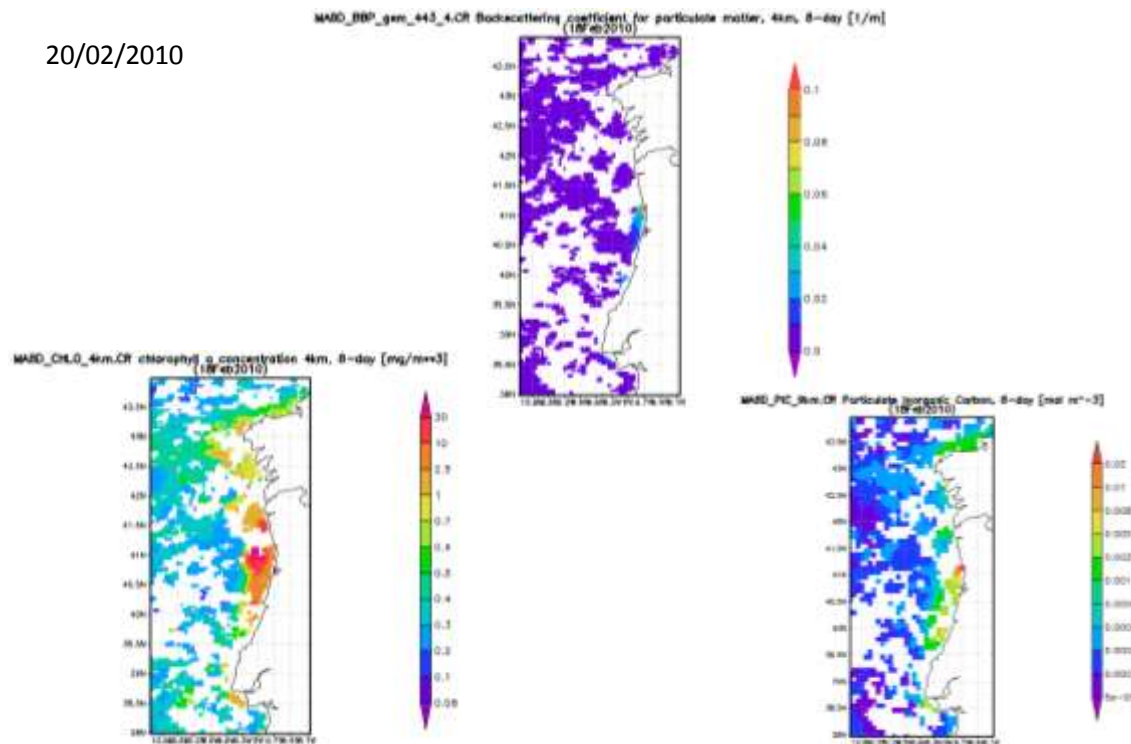
24/01/2003



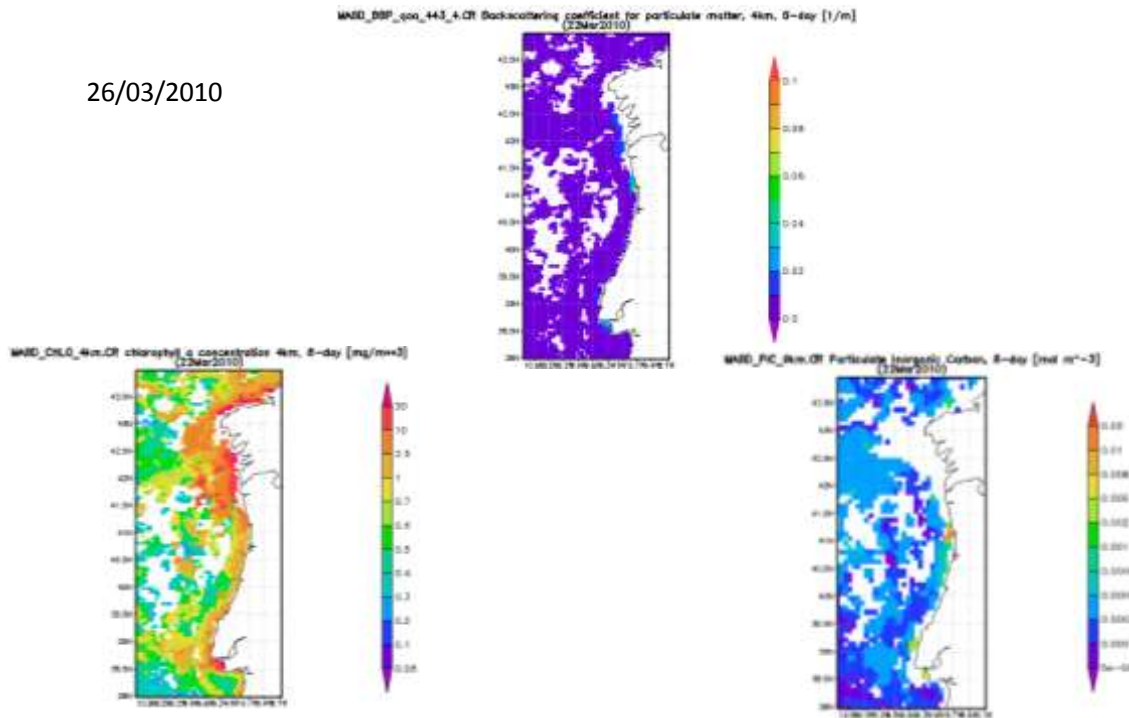
04/06/2007



20/02/2010

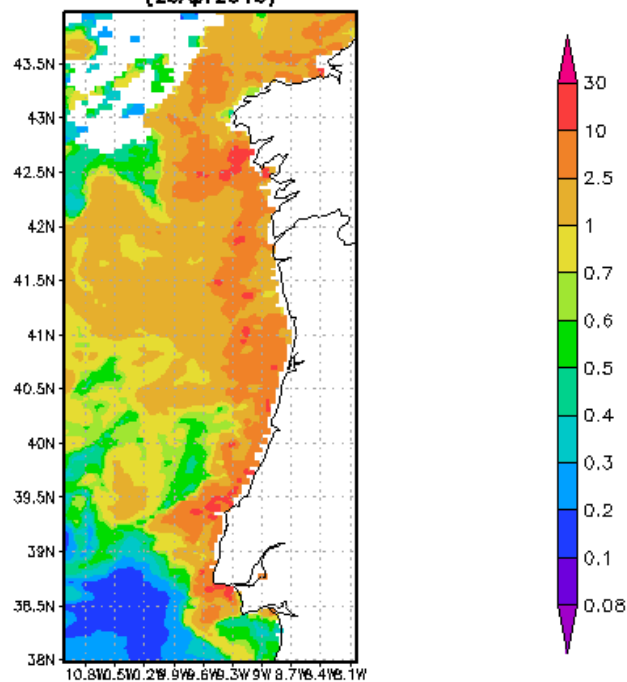


26/03/2010



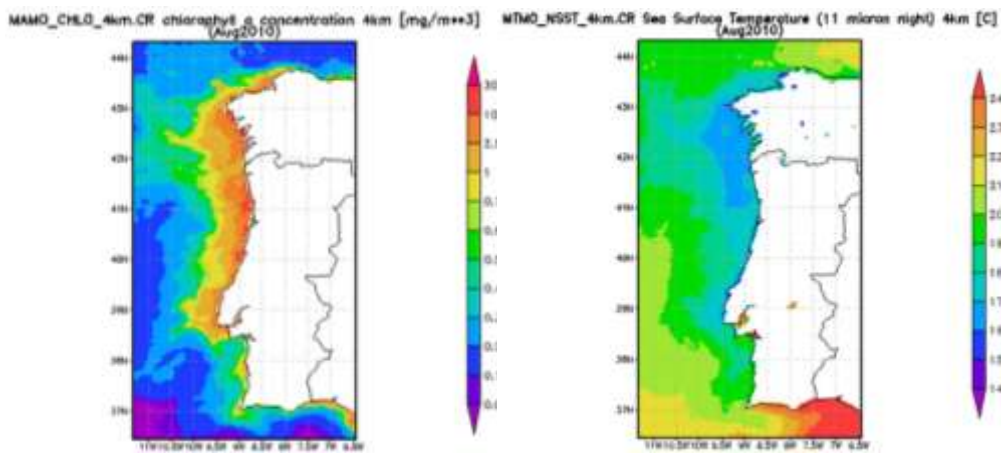
24/04/2013

MA8D_CHLO_4km.CR chlorophyll a concentration 4km, 8-day [mg/m³]
(23Apr2013)

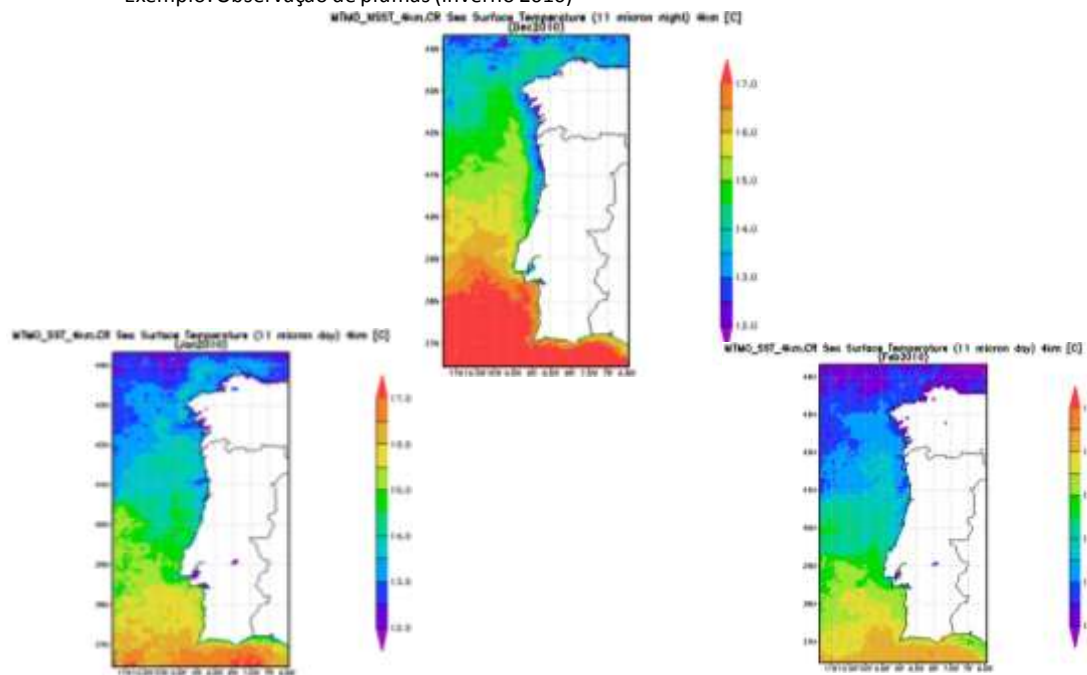




- Exemplo: Observação de Upwelling (Agosto 2010)



- Exemplo: Observação de plumas (Inverno 2010)



2.4 Exercício *ESRL/PSD*

Exercício prático: *ESRL/PSD*

Página para representação de variáveis do Earth System Research Laboratory, Physical Sciences division:

Linear Correlations in Atmospheric Seasonal/Monthly Averages: Representa as correlações das médias sazonais das variáveis procedentes da reanálise do NCEP com séries temporais das teleconexões ou dos índices oceânicos. Estas correlações estão normalmente disponíveis do 1/1948 até o 8/2015.

<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/correlation/>

Monthly/Seasonal climate composites: Representa as médias dos composites sazonais ou a anomalia (média – média total) das variáveis da reanálise do NCEP mas também de outras bases de dados. Os dados da reanálise do NCEP estão disponíveis do 1/1948 até o 8/2015. Outras bases de dados apresentam diferentes intervalos temporais. A climatologia utilizada para calcular as anomalias seleciona o período 1981-2010.

<http://www.esrl.noaa.gov/psd/cgi-bin/data/composites/printpage.pl>

Daily mean composites: Representa a média dos composites diários ou a anomalia (média – média total) das variáveis da reanálise do NCEP/NCAR mas também de outras bases de dados. Como no caso anterior, as anomalias são calculadas em função do período 1981-2010, e os dados estão disponíveis do 1/1948-8/2015.

<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/composites/day/>

6-Hourly NCEP/NCAR Reanalysis Data Composites: Representa os mapas ou os composites das variáveis procedentes da reanálise do NCEP/NCAR. Os dados estão disponíveis do 1/1948 até 19/09/2015.

<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/composites/hour/>

Página para representação de variáveis do Earth System Research Laboratory, Physical Sciences division:

Linear Correlations in Atmospheric Seasonal/Monthly Averages: Representa as correlações das médias sazonais das variáveis procedentes da reanálise do NCEP com séries temporais das teleconexões ou dos índices oceânicos. Estas correlações estão normalmente disponíveis do 1/1948 até o 8/2015.

<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/correlation/>

Monthly/Seasonal climate composites: Representa as médias dos composites sazonais ou a anomalia (média – média total) das variáveis da reanálise do NCEP mas também de outras bases de dados. Os dados da reanálise do NCEP estão disponíveis do 1/1948 até o 8/2015. Outras bases de dados apresentam diferentes intervalos temporais. A climatologia utilizada para calcular as anomalias seleciona o período 1981-2010.

<http://www.esrl.noaa.gov/psd/cgi-bin/data/composites/printpage.pl>

Daily mean composites: Representa a média dos composites diários ou a anomalia (média – média total) das variáveis da reanálise do NCEP/NCAR mas também de outras bases de dados. Como no caso anterior, as anomalias são calculadas em função do período 1981-2010, e os dados estão disponíveis do 1/1948-8/2015.

<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/composites/day/>

6-Hourly NCEP/NCAR Reanalysis Data Composites: Representa os mapas ou os composites das variáveis procedentes da reanálise do NCEP/NCAR. Os dados estão disponíveis do 1/1948 até 19/09/2015.

<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/composites/hour/>

- Principalmente representa dados de reanálise do projeto de melhora dos dados entre os norte-americanos NCEP (National Centers for Environmental Prediction) e NCAR (National Center for Atmospheric Research).
- A reanálise é um método que permite obter uma exaustiva representação do estado do Sistema terrestre.
- Consiste em combinar observações (satélites, observações terrestres) com modelos de previsão para a produção de bases de dados em formato de grelha para varias variáveis atmosféricas e oceanográficas e com diversas resoluções temporais.
- Normalmente estão disponíveis para varias décadas e com resolução global.
- No caso do NCEP/NCAR o objetivo é produzir melhores análises utilizando dados históricos (desde 1948) e produzir análises do estado atual. Fundamentalmente se centram no estado da atmosfera, mas a atmosfera e o oceano são componentes do Sistema climático que estão intimamente ligados, pelo que é preciso analisar os dois como um único Sistema só.
- Os dados de reanálises apresentam uma alta qualidade e utilidade porque utilizam os sistemas mais avançados de assimilação de dados.

- Daily mean composites:
- <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/composites/day/>

Variables Geopotential Height ▾ **Analysis level?** 1000mb ▾

Variáveis a representar:

- Altura geopotencial
- Temperatura do ar
- Vento Zonal
- Vento meridional
- Vetor do vento
- Omega
- Pressão ao nível do mar
- Humidade específica
- Humidade relativa
- Interpolação da Outgoing Longwave Radiation (OLR) da NOAA
- Climate data record (CDR) da OLR da NOAA
- ORL sem interpolação da NOAA
- Ratio de precipitação
- Agua precipitável
- Humidade do solo
- Lifted index: Para medição da estabilidade atmosférica
- Temperatura superficial do mar
- Função de corrente
- Velocidade potencial
- Espessura
- Cisalhamento do vento

Nível da atmosfera no que pretendemos fazer o análise. Da desde os 1000 mb (superfície) até os 10 mb, superfície, niveles sigma, etc

Enter Year, Month and Day for composites To subtract one set of days from another, use a minus sign (-) before the years of the days that are to be subtracted. Default is last available date for variable.

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

OR Jan * 1 * to Jan * 1 * Enter Year of last day of range

OR File with Dates Optional Plot Label replaces list of dates.

Filename: Plot Label:

Days to add or subtract:

This number of days will be added (or subtracted) from all input dates. Please use all positive dates for input.

Introduzimos a data. Há varias hipóteses:

- **Dia a dia (year, month, day)**
- **Um período determinado**
- **Ou criar um ascii com as datas**

Definimos as características que vai ter a nossa imagem

Color ou preto e branco → **Color?**

Sombreado ou contornos → **Shading Type**

Representação de médias, anomalias ou climatologia → **Plot type?** ☒ Mean ☐ Anomaly ☐ Climo

Escalado da figura e colocação de etiquetas nos contornos → **Scale Plot Size(%)** **Plot contour labels?** ☒ No ☐ Yes

Override default contour interval ? Interval: Range: low high

State boundaries: ☒ No ☐ Yes

Region of globe:

//CUSTOM:

Enter lowest lat (-90 to 90) Highest lat

Enter western most longitude (0 to 360) Eastern most longitude

Choose projection for CUSTOM: **Choose height range for CROSSECTION:** to

Definimos as características que vai ter a nossa imagem

Reescrever o intervalo do contorno dado por defeito e em que rango → **Override default contour interval ?** Interval: Range: low high

Fronteiras → **State boundaries:** ☒ No ☐ Yes

Área a representar (áreas por defeito) → **Region of globe:**

Se queremos fazer a nossa própria área (custom) escrevemos cá as suas características: limites de lat y lon, tipo de projeção

//CUSTOM:

Enter lowest lat (-90 to 90) Highest lat

Enter western most longitude (0 to 360) Eastern most longitude

Choose projection for CUSTOM: **Choose height range for CROSSECTION:** to

Criamos a nossa imagem

 (Report Bugs)

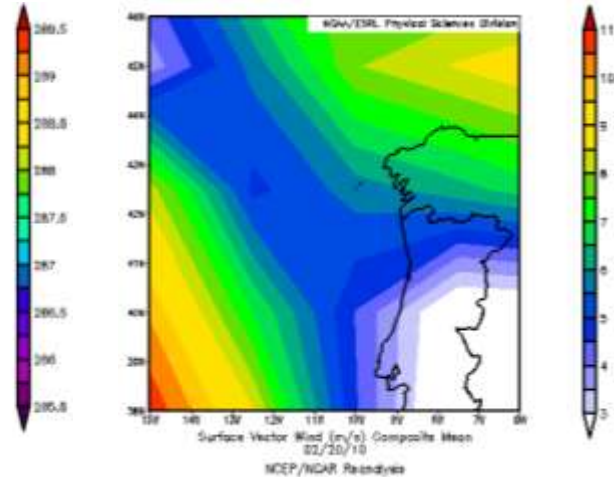
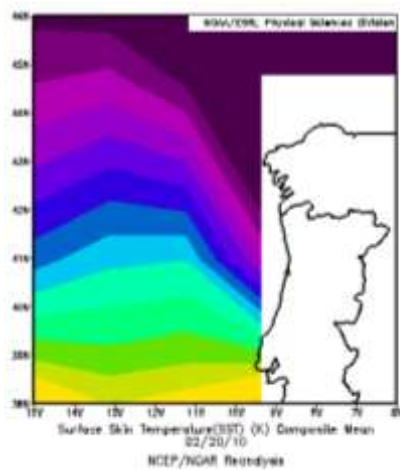
Exemplo ESRL/PSD

Region of globe Custom

CUSTOM:

Enter lowest lat (-90 to 90) 38 Highest lat 46

Enter western most longitude (0 to 360) -15 Eastern most longitude -6



- Tentar outros exemplos
 - 05/01/1985
 - 02/09/1990
 - 07/01/2000
 - 24/02/2000
 - 20/03/2000
 - 26/02/2001
 - 01/04/2001
 - 15/01/2003
 - 24/01/2003
 - 04/06/2007
 - ~~20/02/2010~~
 - 26/03/2010
 - 24/04/2013

- Monthly/Seasonal climate composites:
- <http://www.esrl.noaa.gov/psd/cgi-bin/data/composites/printpage.pl>

The screenshot shows the NOAA Earth System Research Laboratory website. The main heading is 'Monthly/Seasonal Climate Composites'. Below this, there is a form with several sections:

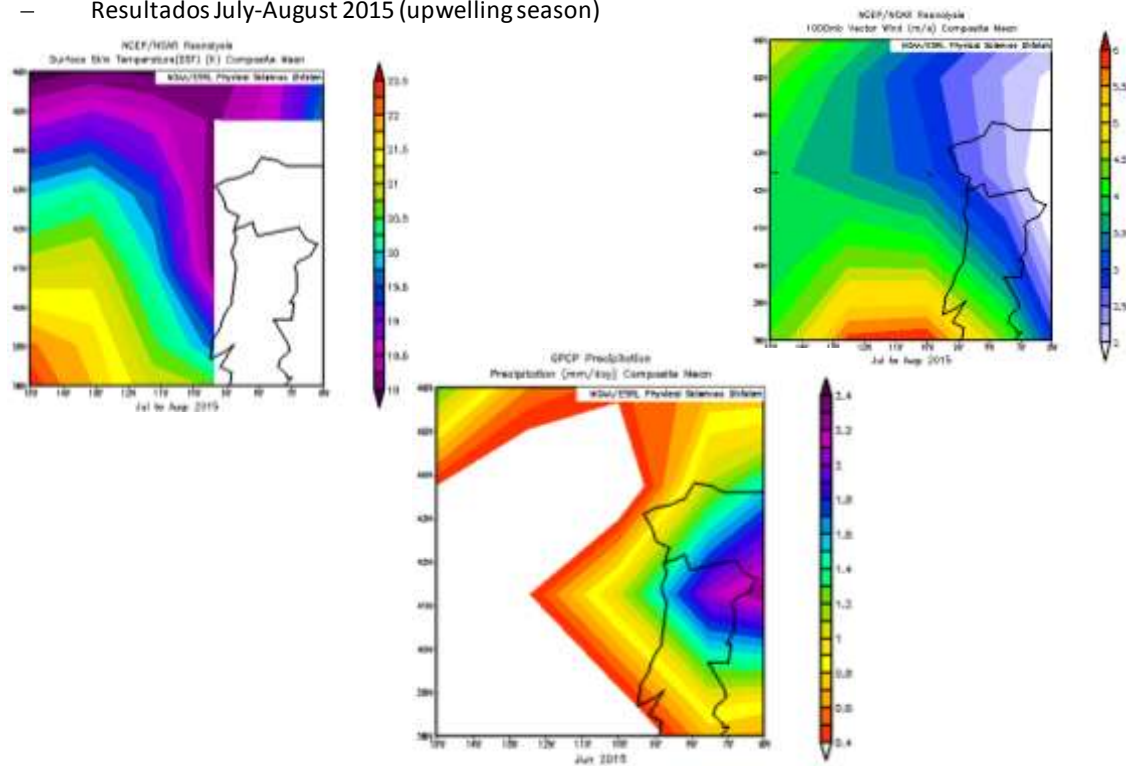
- Month:** A dropdown menu to select a month.
- Year:** A dropdown menu to select a year.
- Climate Variable:** A dropdown menu to select a climate variable (e.g., Temperature, Precipitation, Wind Speed).
- Time Period:** A dropdown menu to select a time period (e.g., Daily, Monthly, Seasonal).
- Output Format:** A dropdown menu to select an output format (e.g., HTML, PDF, CSV).
- Output Type:** A dropdown menu to select an output type (e.g., Table, Figure).

At the bottom of the form, there is a 'Submit' button.

- A estrutura é parecida ao diário mas agora introduzimos meses no lugar de dias

This is a duplicate of the screenshot above, showing the NOAA Earth System Research Laboratory website with the 'Monthly/Seasonal Climate Composites' form. The form includes fields for selecting a month, year, and various climate variables, as well as options for data format and output type.

- Resultados July-August 2015 (upwelling season)



- Tentar outros exemplos
 - Upwelling outros anos
 - Climatologia de inverno

2.5 Exercício *SeaDAS*

Exercício prático: SeaDas

- SeaDas é um software de análise de imagens de satélite que permite processar, visualizar, analisar e controlar os dados representados. É um conjunto de ferramentas executáveis e uma interface de programação que facilita o uso da ferramenta.
- Suporta a maior parte dos dados de missões internacionais através dos vários níveis de processamento. Algumas das missões são:

MODIS
SeaWiFS
CZCS
VIIRS
HICO
Aquarius
Landsat8/OLI
MERIS
OCTS
OCM
OCM-2
OSMI
MOS
GOCI



- É open source e as suas capacidades o converteram em uma ferramenta amplamente utilizada pela comunidade científica.
- Focasse principalmente no análise dos dados da cor do oceano, mas pode ser aplicado a muitas análises.

- Vantagens:

Rapidez na exibição das imagens

Diversas camadas e manipulação delas como imagens de outras bandas, de servidores ou ESRI shapefiles

Varias ferramentas estatísticas e de representação

Reprojeção e orto-retificação precisas

Geo-codificação e retificação usando pontos de controle

Máscaras de litoral, terra e mar



– Ferramentas:

Ferramentas de Análise: Para análise e plotagem estatística.

Ferramentas banda: Criam novas bandas dentro de um arquivo. Existem dois tipos de bandas; virtual e real. A banda virtual é uma banda derivada que é dependente através de algum algoritmo ou equação matemática sobre a existência de outras bandas e/ou máscaras. A banda real não tem dependências.

Ferramentas de cores: Para adicionar um esquema de cores a uma imagem.

Processadores de Dados: Para processamento de dados entre os vários níveis (ie Nível 0 a nível 3).

Ferramentas de arquivo: Abrir, salvar e fechar arquivos

Ferramentas Geo-Codificação: Usado para anexação e desanexação de geo-coding

Ferramentas de geometria: Criar e gerir geometrias que são “vector shapes” na imagem. Cada geometria tem associada a sua máscara.

Ferramentas do GCP: Um ponto de controlo no solo é um marcador para uma determinada posição geográfica no interior de uma imagem geo-referenciada.



– Ferramentas:

Ferramentas de análise de Imagem: Ferramenta de processamento para produzir ficheiros usando a análise de cluster ou análise de componentes principais.

Ferramentas Informações: Mostram informações.

Ferramentas de camada: Para criar camadas, e para manipular as camadas no interior da pilha de camadas.

Ferramentas de Localização: Estas ferramentas são usadas para navegar em torno de uma imagem ou visualizar a sua localização.

Ferramentas máscara: Para criar máscaras.

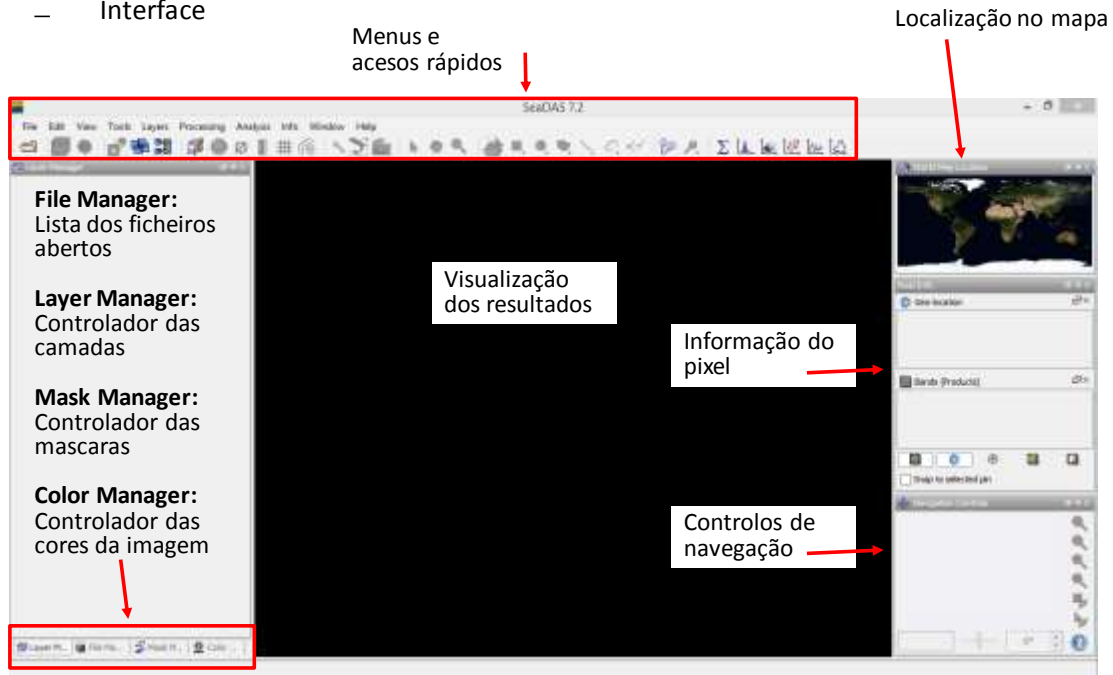
Ferramentas Pin: Um pin é um marcador para uma determinada posição geográfica no interior de uma imagem de geo-referenciada. Podem ser usados para "congelar" o "Pixel Info View" e o "Spectrum View" do pin selecionado, mostrando os valores de pixel associado com ele

Ferramentas de processamento: Trabalham no ficheiro atual e o processam para novo arquivo usando operações específicas.

Time Series: Para produzir uma série de tempo



– Interface





Layers Tool Bar



Show No-Data Overlay

Toggles the overlay of the [No-Data Overlay](#) over the band [Image View](#). See also [No-Data Value](#). The No-Data overlay properties can be modified in the [Preferences Dialog](#).



Show Geometry Overlay

Toggles the overlay of a geometry container over a band's [Image View](#). See also [Vector Data Management](#). The geometry overlay properties can be modified in the [Preferences Dialog](#).



Show Graticule Overlay

Toggles the overlay of a [graticule](#) (geographic lat/lon grid) over the current image. The graticule overlay properties can be modified in the [Preferences Dialog](#).



Show Pins

Toggles whether or not to display the pins defined for the current product in the current image view.



Show GCPs

Toggles whether or not to display the GCPs defined for the current product in the current image view.



Show World Map Overlay

Toggles whether or not to display a world map layer. Which kind of world map layer is displayed can be [Preferences Dialog](#).



Analysis Tool Bar



Information...

Opens a dialog window that shows the [properties](#) of the selected band or tie-point grid and the current product.



Geo-Coding Information...

Opens a dialog window that displays the [geo-coding information](#) for the product currently selected.



Statistics...

Opens the [Statistics](#) dialog that displays statistical information for the selected band or tie-point grid.



Histogram...

Opens the [Histogram](#) dialog that displays a configurable histogram for the selected band or tie-point grid.



Scatter Plot...

Opens the [Scatter Plot](#) dialog that displays a configurable scatter plot for two selected bands or tie-point grids.



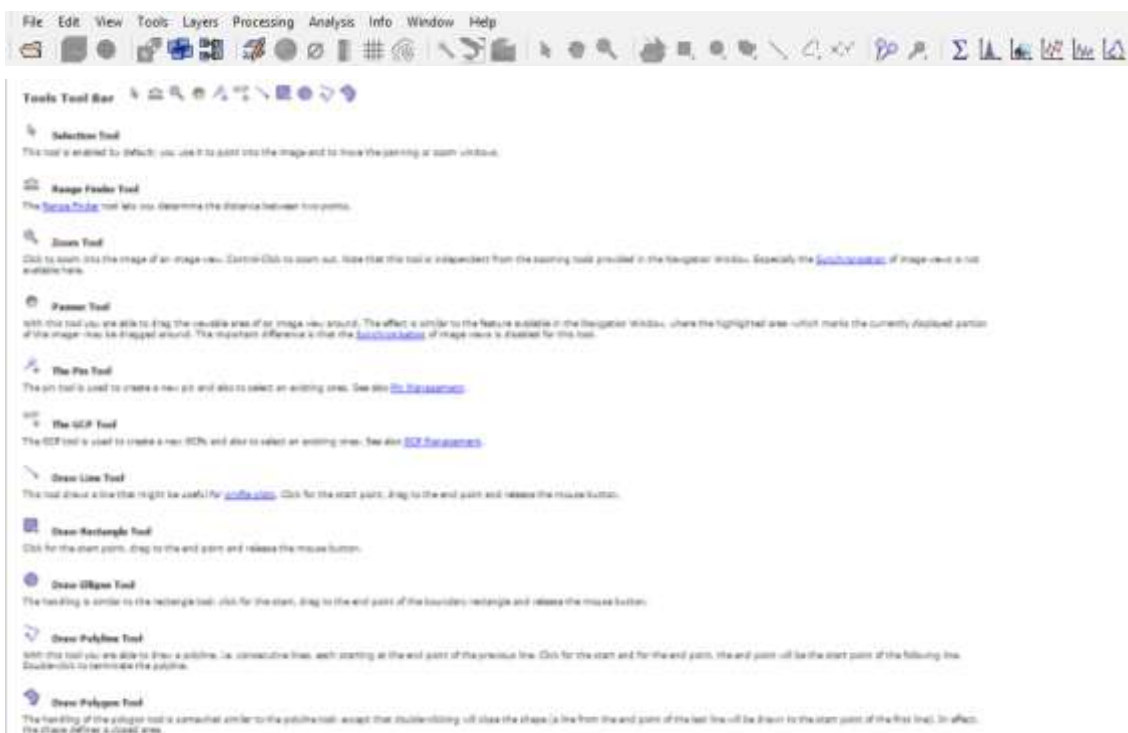
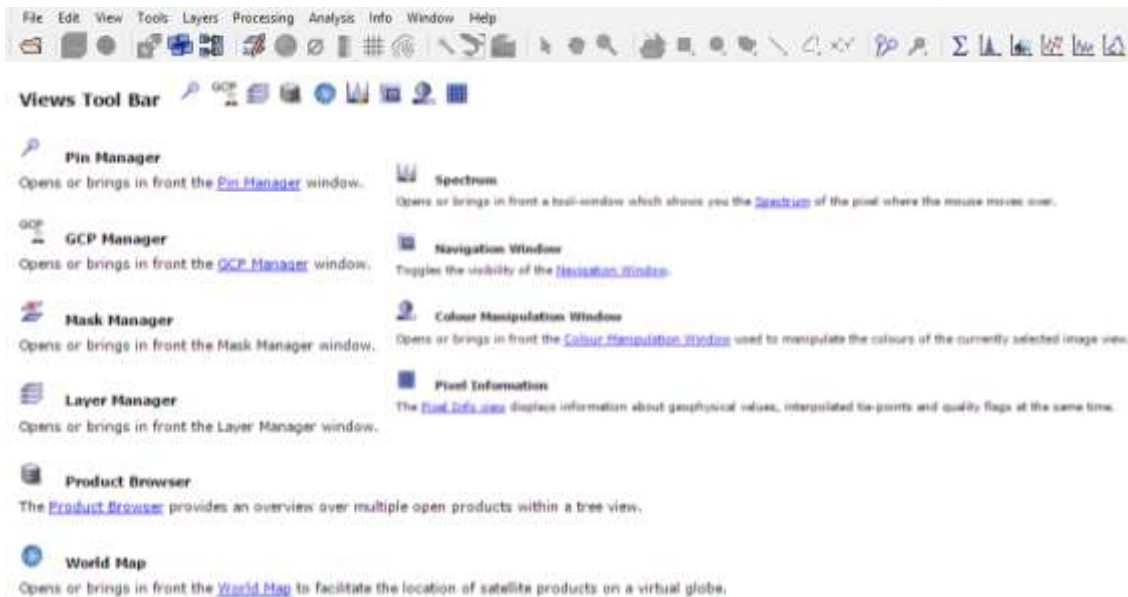
Correlative Plot...

Opens the [Correlative Plot](#) dialog that displays a configurable correlative plot to display raster vs. correlative data (e.g. obtained from in-situ measurements) for distinct vertex points.



Profile Plot...

Opens the [Profile Plot](#) dialog that displays a configurable profile plot which can be used to either display raster data along a transect line, or to compare raster data against correlative data along a vertex shape (e.g. representing a sequence of in-situ measurements).



- Antes de abrir uma imagem de satélite temos de descarrega-la
- Para isso vamos utilizar a OceanColor Web da NASA:
- <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/cms/homepage>
- OceanColor recolhe, processa, calibra, valida, guarda e distribui os produtos desde 1996 relacionados com o oceano e procedentes de missões de satélites que proporcionam dados da cor do oceano, da temperatura superficial do mar o da salinidade superficial do mar.



Data Access

Overview

Level 1&2 Browser

Level 3 Browser

Direct Data Access

Data File Search

Data Subscription

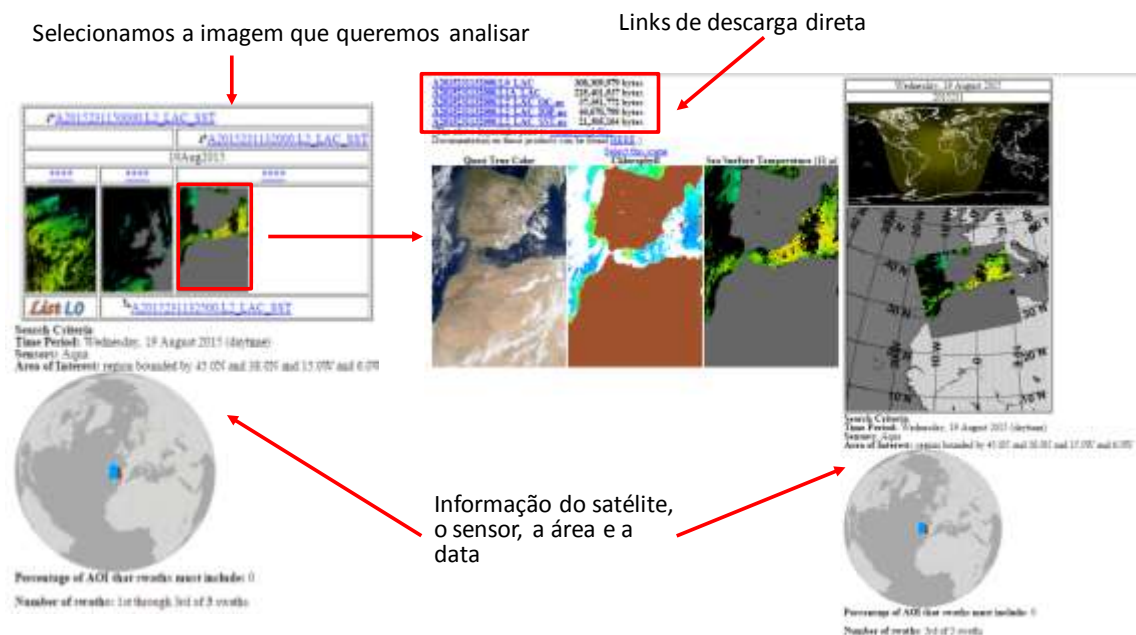
OPeNDAP

SeaBASS Field Data

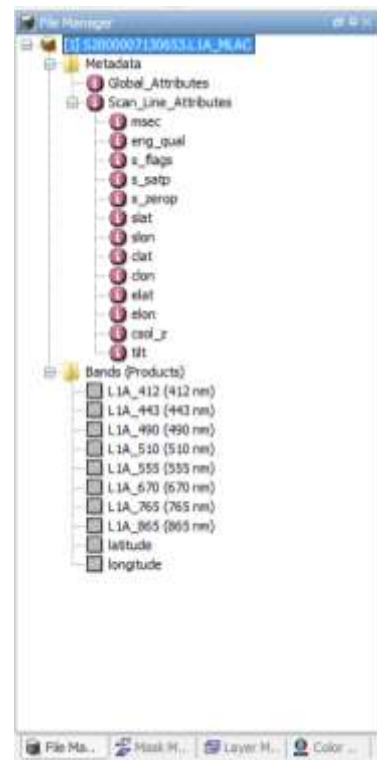
Other Resources

- [illegible]

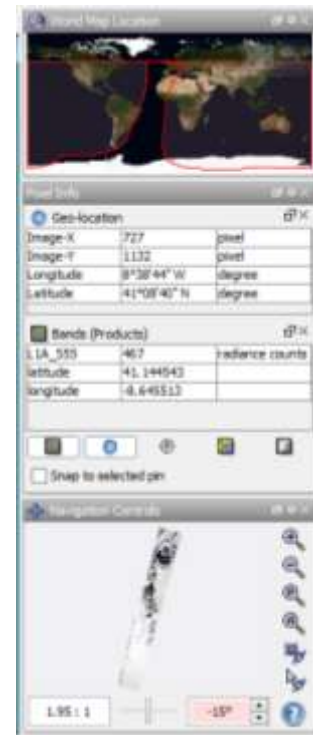




- Uma vez descarregados voltamos ao SeaDas
- Abrimos File -> Open e selecionamos o/s produto/s que queremos abrir (exemplo: 2000_01_07_seawifs mlac, S2000007130653.L1A_MLAC).
- No File Manager expandimos as pastas para ver o que contem o ficheiro.
- Os metadatos são os dados da imagem representada. Com dobre clique abrem em formato de tabela.
- Abrir os Global Atributes e mais algum para ver o seu conteúdo.
- As bandas representam diferentes longitudes de onda ou produtos que estão dentro do ficheiro de dados.
- Doble clique na banda mostra os dados.
- Experimentar com a banda L1A_555 nm
- Introduzimos zoom sobre a área da Península Ibérica
- Colocamos a figura direita com o controlo circular do canto superior esquerdo



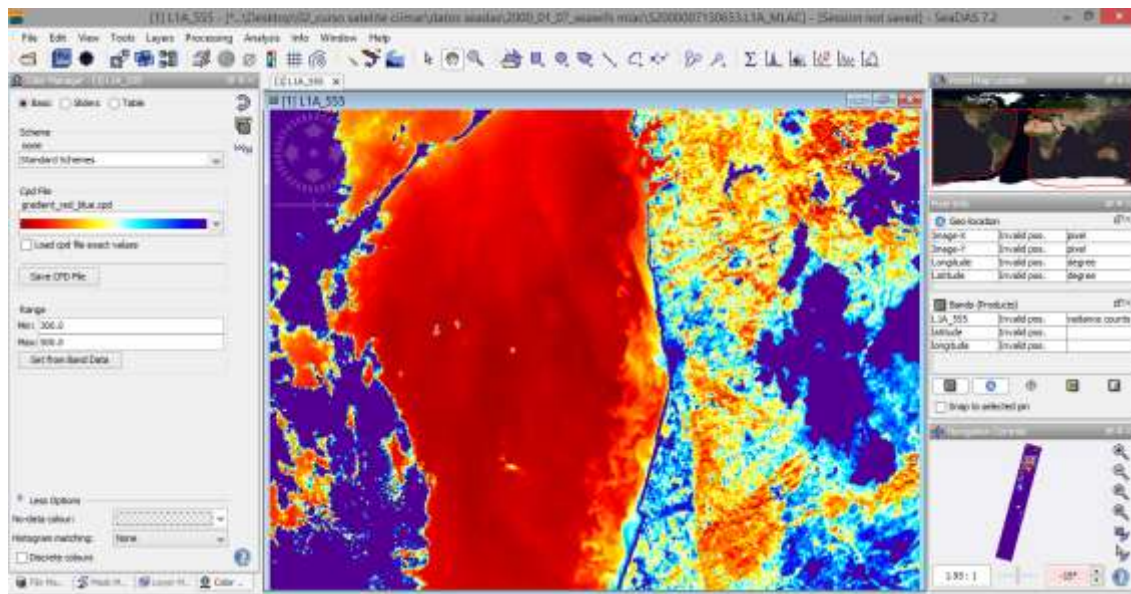
- Observar os controlos da direita
- O mapa marca a área de percorrido do satélite
- Passando o rato na imagem obtemos a informação dos pixeles pelos que vamos colocando o rato
- As bandas mostram o produto que estamos a representar
- Os controles de navegação mostram o total da imagem de satélite. Tem um menu adicional para controlo do zoom da figura.



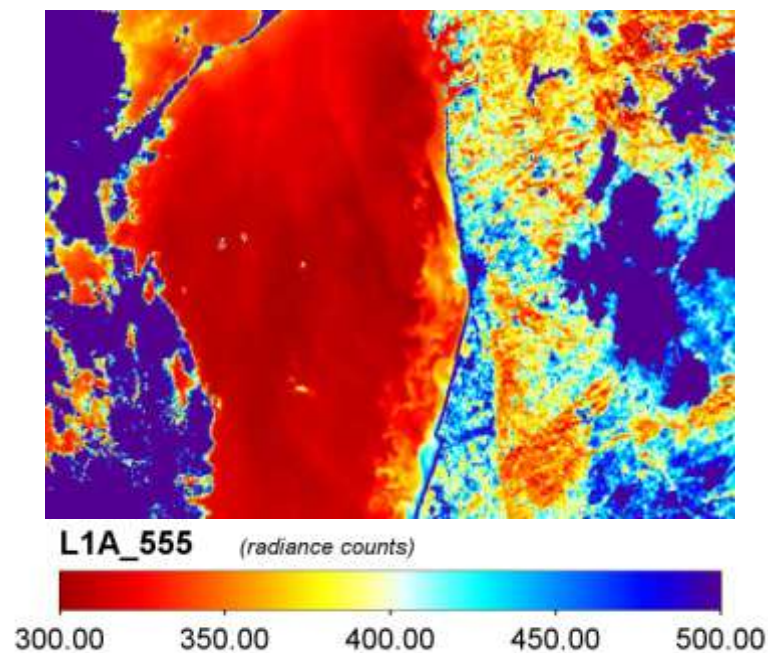
- Vamos agora ao Color Manager
- Mudamos a colorbar (Cpd File) para alguma com escala de cores (escolher alguma que permita ver estruturas na zona costeira)
- Podemos modificar o rango da nossa representação se achamos que não é suficientemente exato.
- As opções do Sliders e o Table são para configurações da colorbar mais precisas
- No menu podemos ir a Tools -> Coastline, land and Water e gerar uma mascara que nos desenhe a costa. Importante: Marcar a transparência baixa para permitir ver a figura de satélite e um código de cores que se diferencie da nossa colorbar.



Resultado

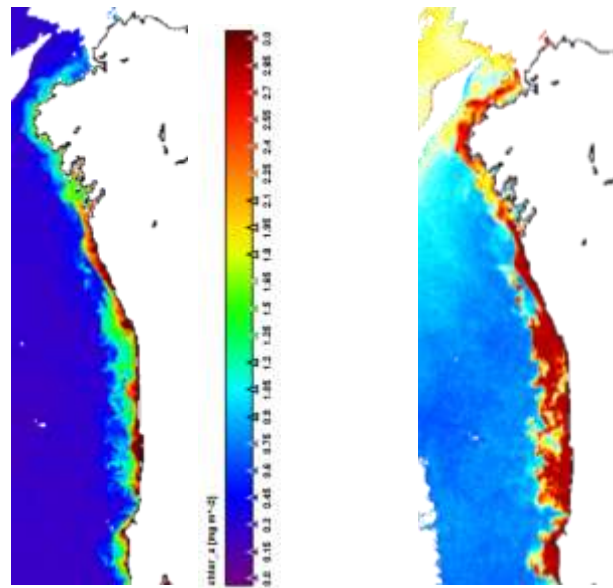


- Para guardar a figura como imagem vamos a File -> Export Utilities e guardamos a imagem e a colorbar



- Agora fazemos o mesmo com o 2000_01_07_seawifs mlac, S2000007130653.L2_MLAC_OC e representamos as bandas de Chl-a e Rrs_555
- Resultado?

- Agora fazemos o mesmo com o 2000_01_07_seawifs mlac, S2000007130653.L2_MLAC_OC e representamos as bandas de Chl-a e Rrs_555
- Resultado?

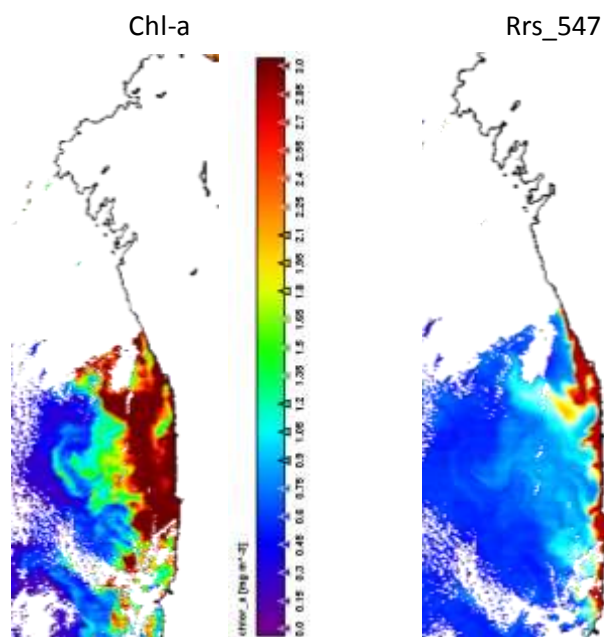


Exemplo SeaDas

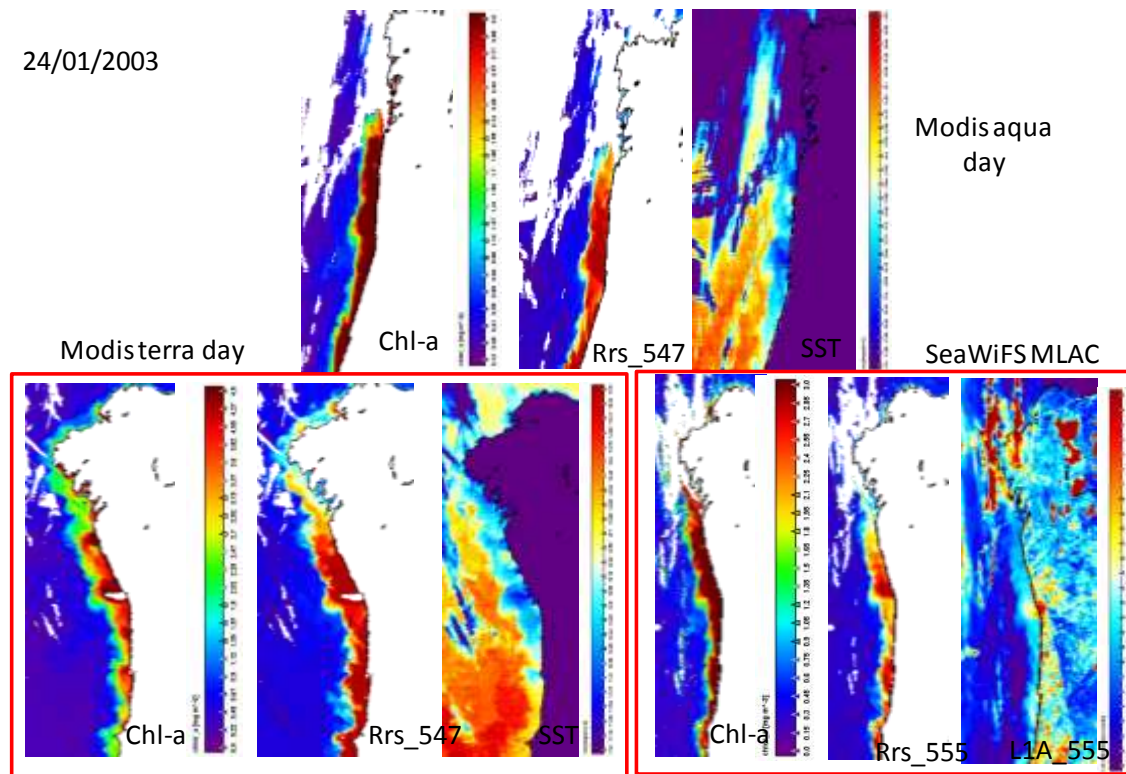
- Experimentar com alguma das outras datas fornecidas
- Resultado?

26/02/2001

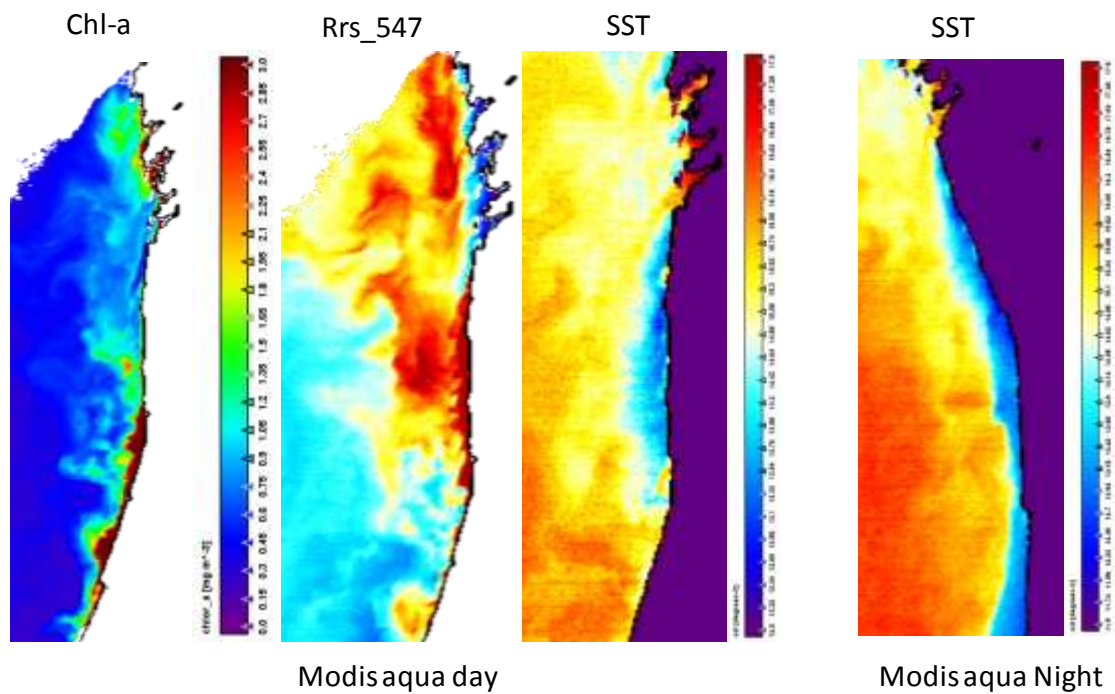
Modisterra day



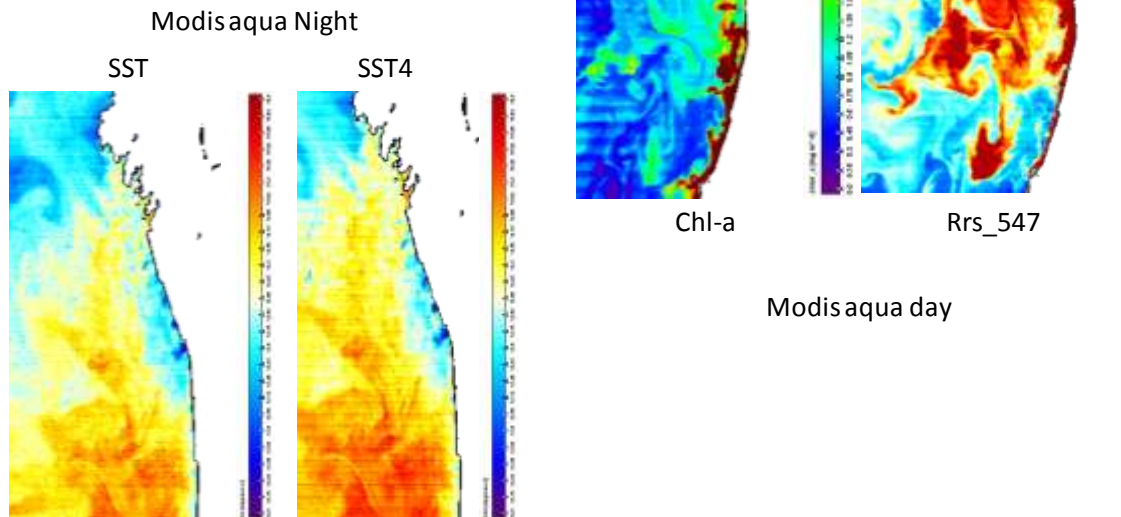
24/01/2003



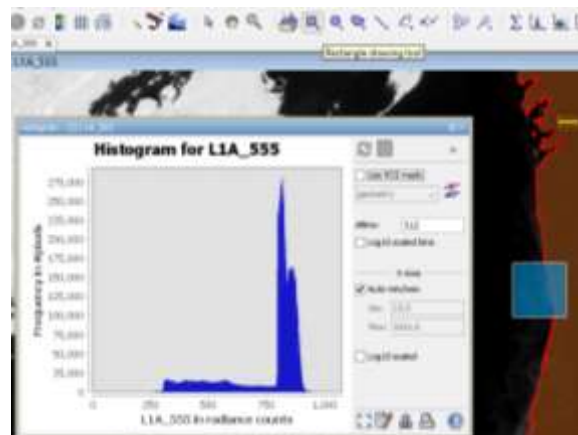
04/06/2007



24/04/2013



- O SeaDas tem muitas opções não exploradas em esta prática.
- Por exemplo, para realizar uma análise estatística para um histograma haveria de seleccionar uma área e depois representar (ver exemplo). Os Profile plots seriam desenhado linhas, e as Spectrum View mexendo o rato por cima da imagem de satélite



- Para aprofundar no funcionamento do software podem ir ao help do software:
- <http://seadas.gsfc.nasa.gov/help/>

2.6 Exercício IDV

Exercício prático: IDV

- O IDV (Integrated Data Viewer), desenvolvido pela UPC (Unidata Program Center) que forma parte da UCAR (University Corporation for Atmospheric Research), é um software baseado em Java para análise e visualização de dados de geociências.
- É open source e contém um display para os dados e um Sistema de software completo.
- Permite visualização em 3D da Terra, a realização interativa de várias análises e a representação dos dados como cross-sections, perfis verticais, animações, etc.
- Permite trabalhar sobre ficheiros no nosso computador mais também acede a servidores remotos para descarregar dados.
- Permite a análise de uma grande variedade de dados de diferentes formatos em um único software.
- Pode trabalhar com imagens de satélite, data em grelhas, observações de superfície, radiossondas ou dados de radares.



– Dados que consegue ler

Gridded data	Numerical weather prediction models, climate analysis, gridded oceanographic datasets, NCEP/NCAR Reanalysis	<ul style="list-style-type: none"> - netCDF(2) - GRIB (versions 1&2) - Vis5D - GEMPAK 	<ul style="list-style-type: none"> - local files, HTTP, TDS servers - local files, TDS servers - local files, HTTP - local files, TDS servers
Satellite imagery	Geostationary satellite imagery, MODIS, derived satellite products	<ul style="list-style-type: none"> - ADDE (3) - McIDAS AREA - GINI 	<ul style="list-style-type: none"> - ADDE servers - local files, ADDE servers - local files, TDS servers
Radar data	NEXRAD Level II, Level III, TDWR, Universal Format (UF) and DORADE radar data	<ul style="list-style-type: none"> - Level II - Level III/TDWR - Universal Format (UF) - DORADE 	<ul style="list-style-type: none"> - local files or TDS (bzip2 compressed or uncompressed) - ADDE servers, local files or TDS

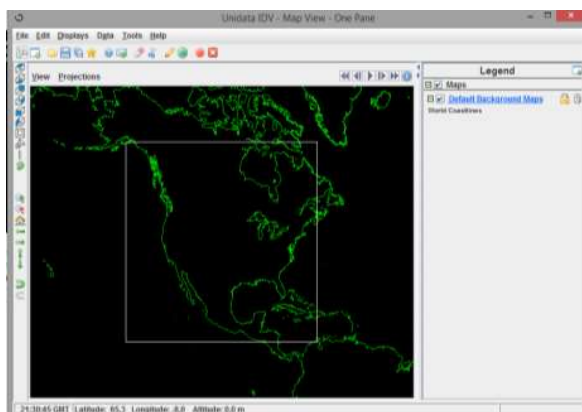
- Dados que consegue ler

Point observations	Surface observations (METAR, SYNOP, Ship/buoy), earthquake observations	<ul style="list-style-type: none"> - ADDE - netCDF (Unidata, AWIPS/MADIS formats) - GEMPAK (Surface) - Text (ASCII, CSV), Excel spreadsheet⁴ 	<ul style="list-style-type: none"> - ADDE servers - local files - local files - local files
Trajectories	Aircraft observations	<ul style="list-style-type: none"> - netCDF (RAF convention) - Text (ASCII, CSV)⁴ 	<ul style="list-style-type: none"> - local files - local files
RAOBs	Global balloon soundings	<ul style="list-style-type: none"> - ADDE - netCDF(Unidata, AWIPS/MADIS formats) - CMA text format 	<ul style="list-style-type: none"> - ADDE - local files - local files

Profiler	NOAA Profiler Network winds	ADDE	ADDE servers
GIS data	Data typically used in Geographic Information Systems (GIS)	<ul style="list-style-type: none"> - ESRI Shapefile - USGS DEM 	<ul style="list-style-type: none"> - local files, HTTP - local files
QuickTime	QuickTime movies (without extensions)	QuickTime	Local files, HTTP

- Uma das principais vantagens que tem o IDV e o seu acesso a servidores remotos
- A comunidade da Unidata mantém vários servidores ADDE's (Abstract Data Distribution Environment) para prover ao IDV de dados a tempo real e históricos. Alguns de estes dados incluem imagens de satélite, dados de radar, dados de superfície e perfis verticais.
- Se consegue aceder por protocolo OPeNDAP aos servidores Thredds para dados em grelha (formatos netCDF, GRIB ou GEMPAK) e dados de radar.
- Também a maior parte das fontes de dados podem ser descarregadas com o protocolo HTTP.
- Para os que trabalhem com esses ADDE's o IDV fornece uma lista dos servidores aos que se consegue aceder.
- Estos dados incluem:
 - RTIMAGES: Imagens do GOES este e oeste na sua visão original, sem remapeado. Inclui também composites da Antártida.
 - GINIEAST: Imagens do GOES este remapeados às projeções cónica, Mercator (cilíndrico equidistante) o polar.
 - GINIWEST: Imagens do GOES este remapeados às projeções cónica, Mercator (cilíndrico equidistante) o polar.
 - GINICOMP: Composite dos GINIEAST e GINIWEST
 - CIMSS: Produtos derivados de um ou mais canais.
 - NEXRCOMP: Composites das imagens de radar com dados de 1 km, 6 km, 10 km, dados de 1h de precipitação total e de precipitação associada a trovoadas.

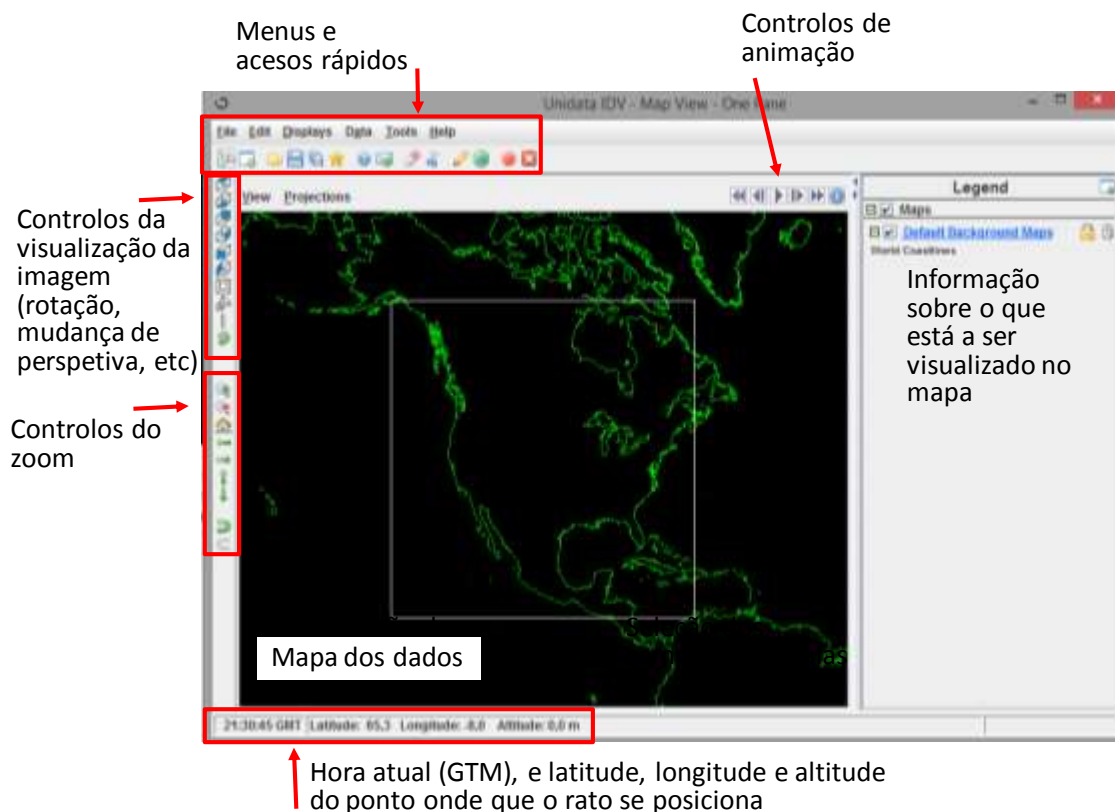
- Os ficheiros netCDF (Network Common Data Form) são muito utilizados nas geociências e podem ser utilizados para guardar grande quantidade de tipos de dados desde observações em um único ponto, series temporais, grelhas regulares ou imagens de radar ou de satélite.
- Para poder utilizar estos dados no IDV é preciso que os netCDF's conttenham os metadatos standard para poder geolocaliza-los.
- O IDV também consegue trabalhar com dados de texto tipo ASCII ou CSV (comma-separated value), por exemplo para dados em um único ponto ou trajetórias (por exemplo de navios ou aviões)
- Interface (dupla janela)

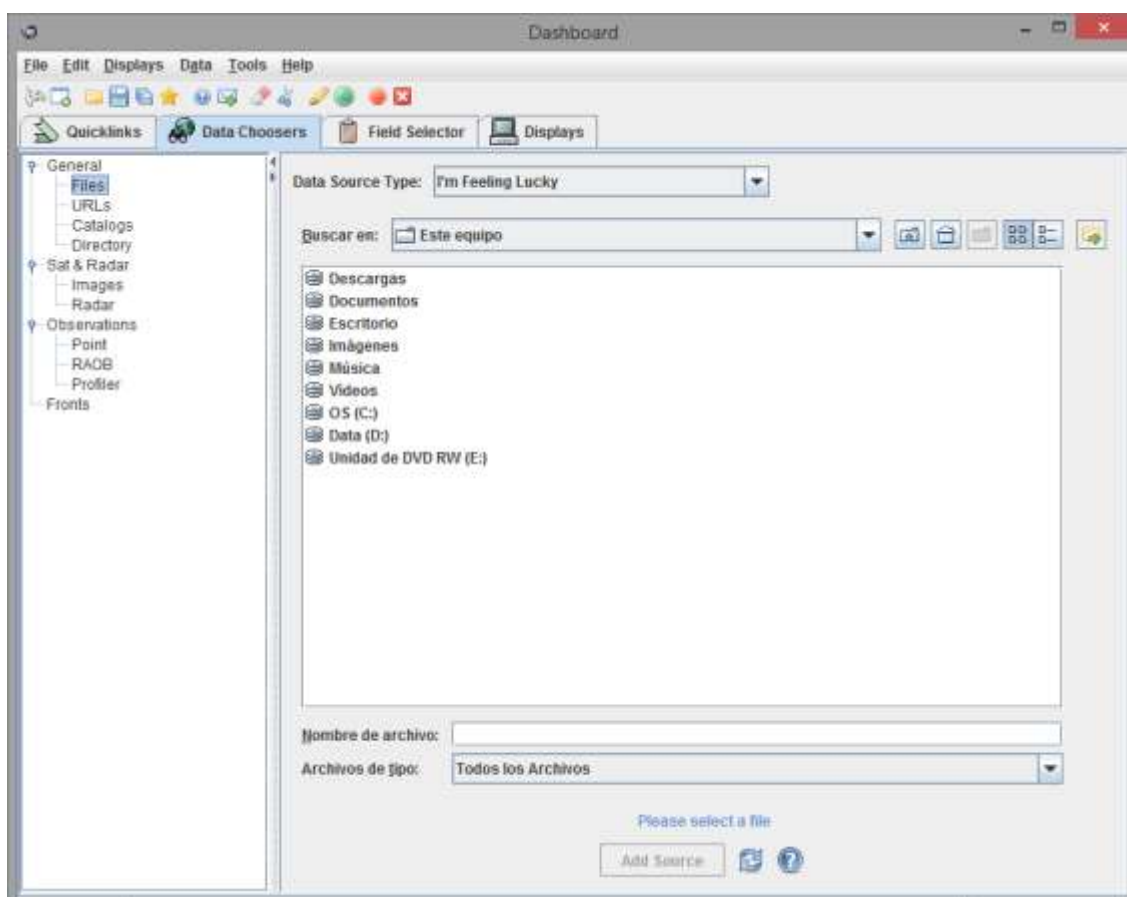
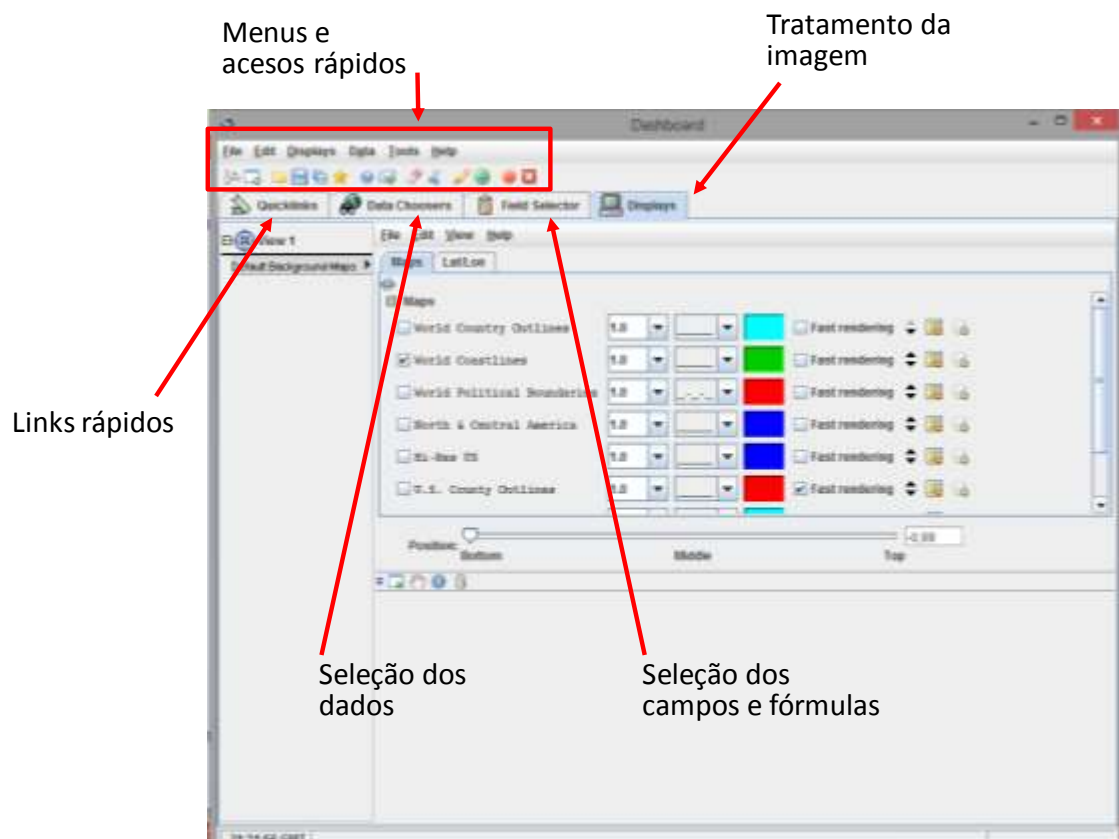


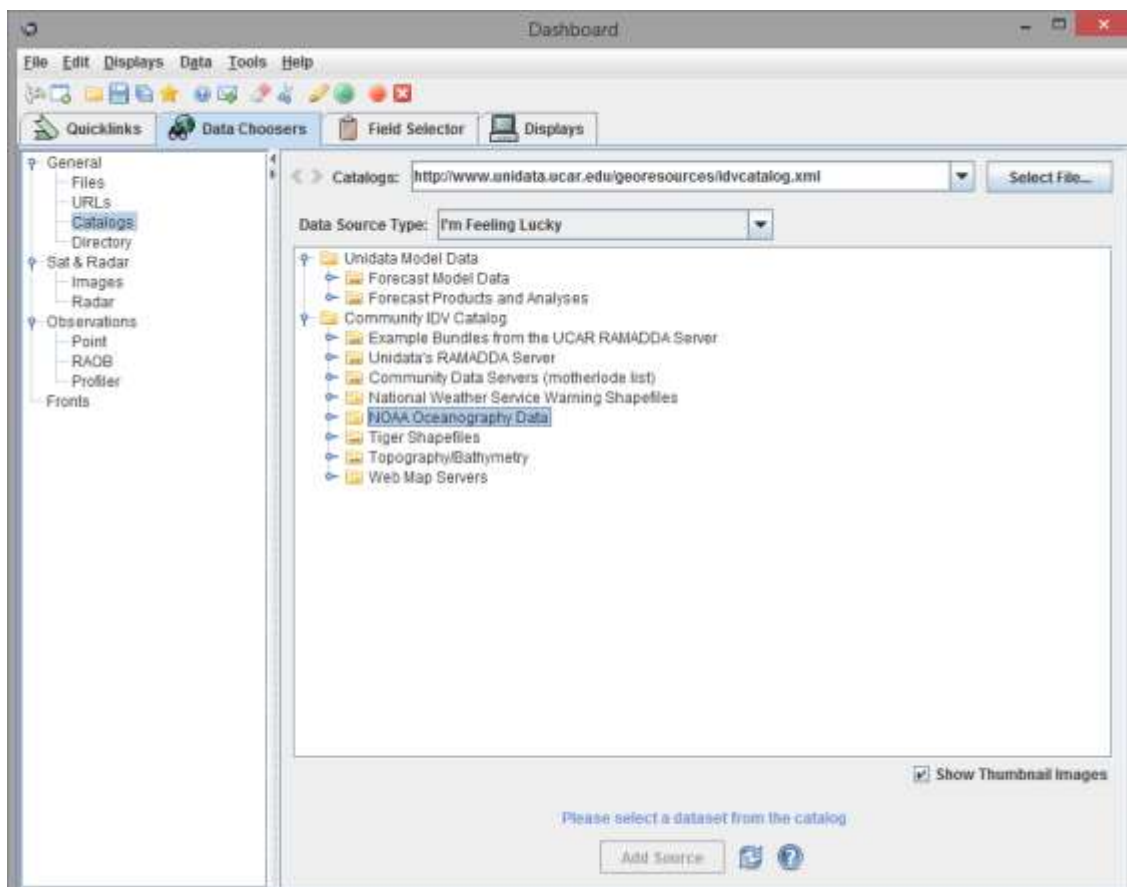
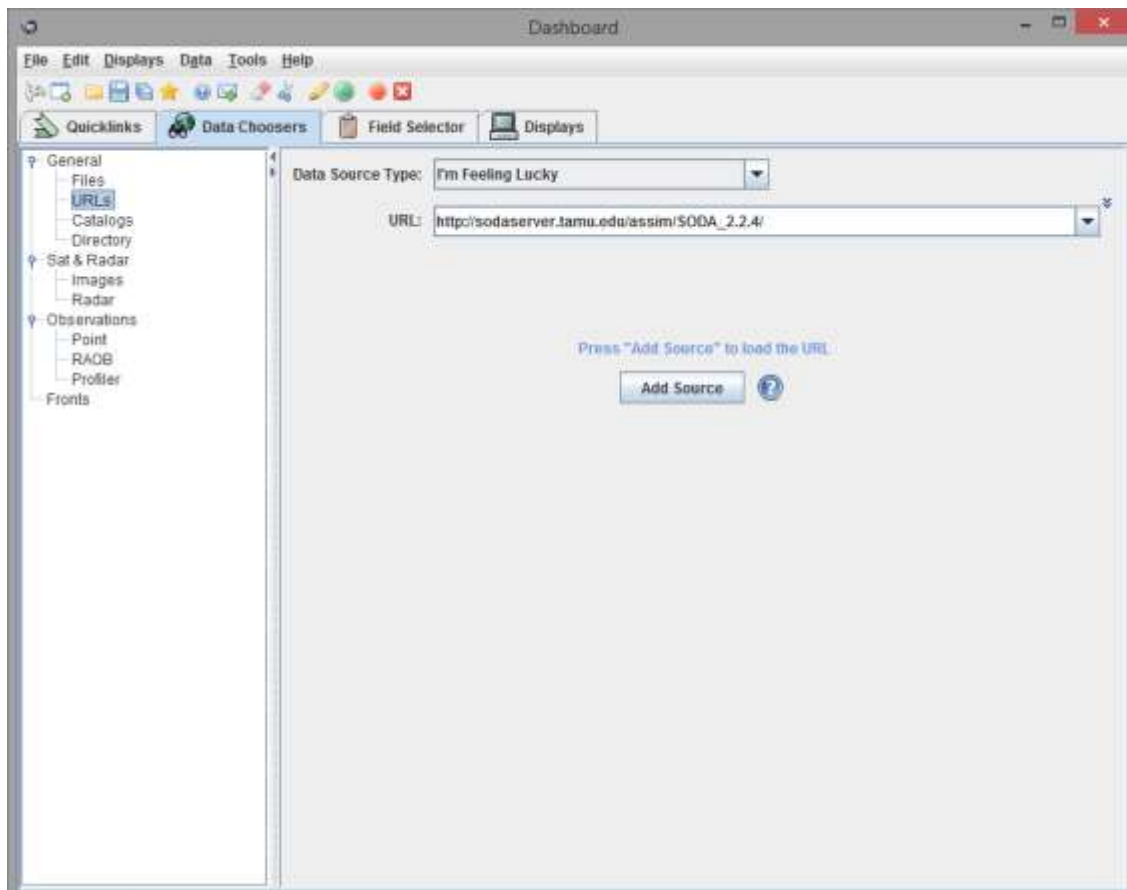
Visualização dos dados e edição

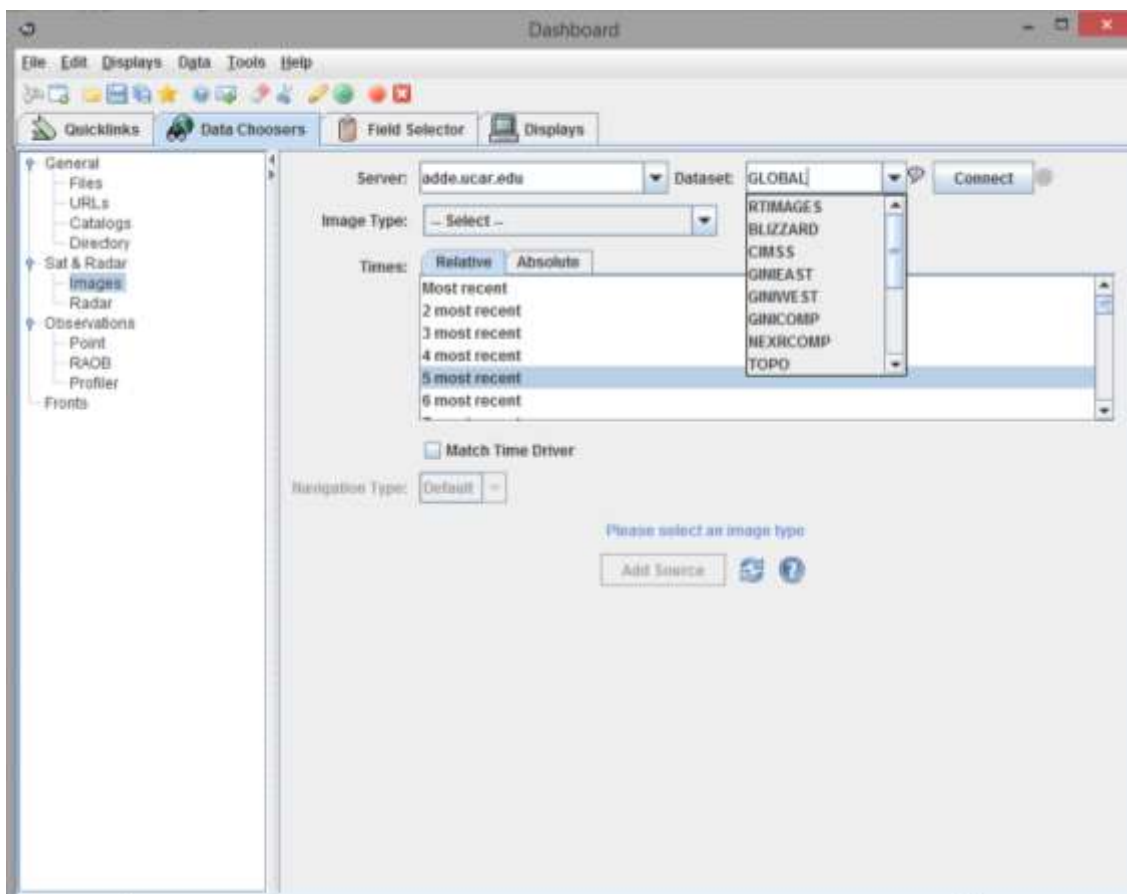
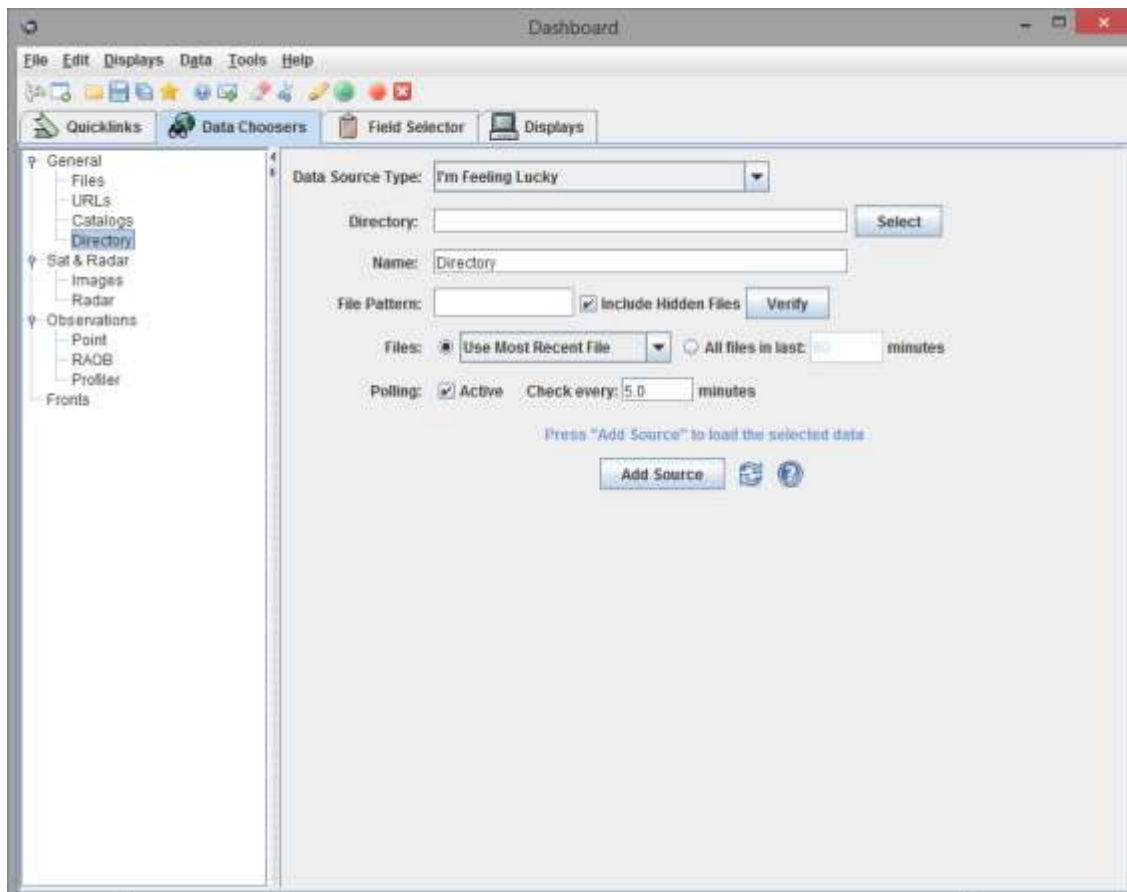


Tratamento dos dados

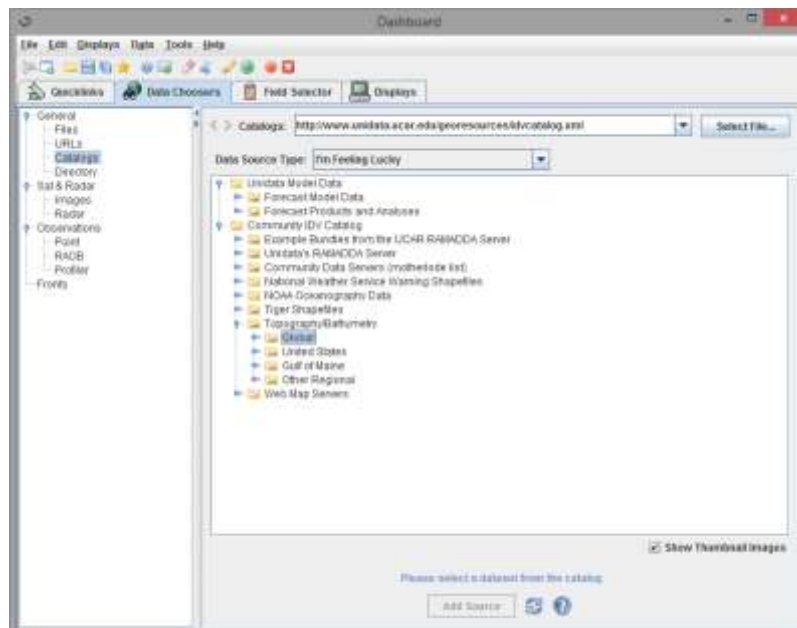




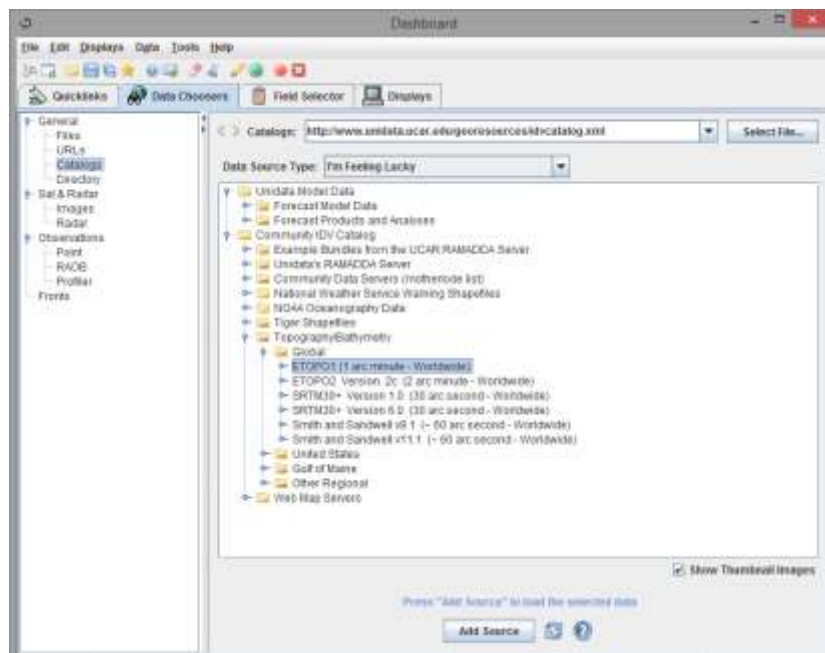




- Vamos a tentar carregar a Topo/Batimetria do catalogo
- Duplo clique sobre "Global"

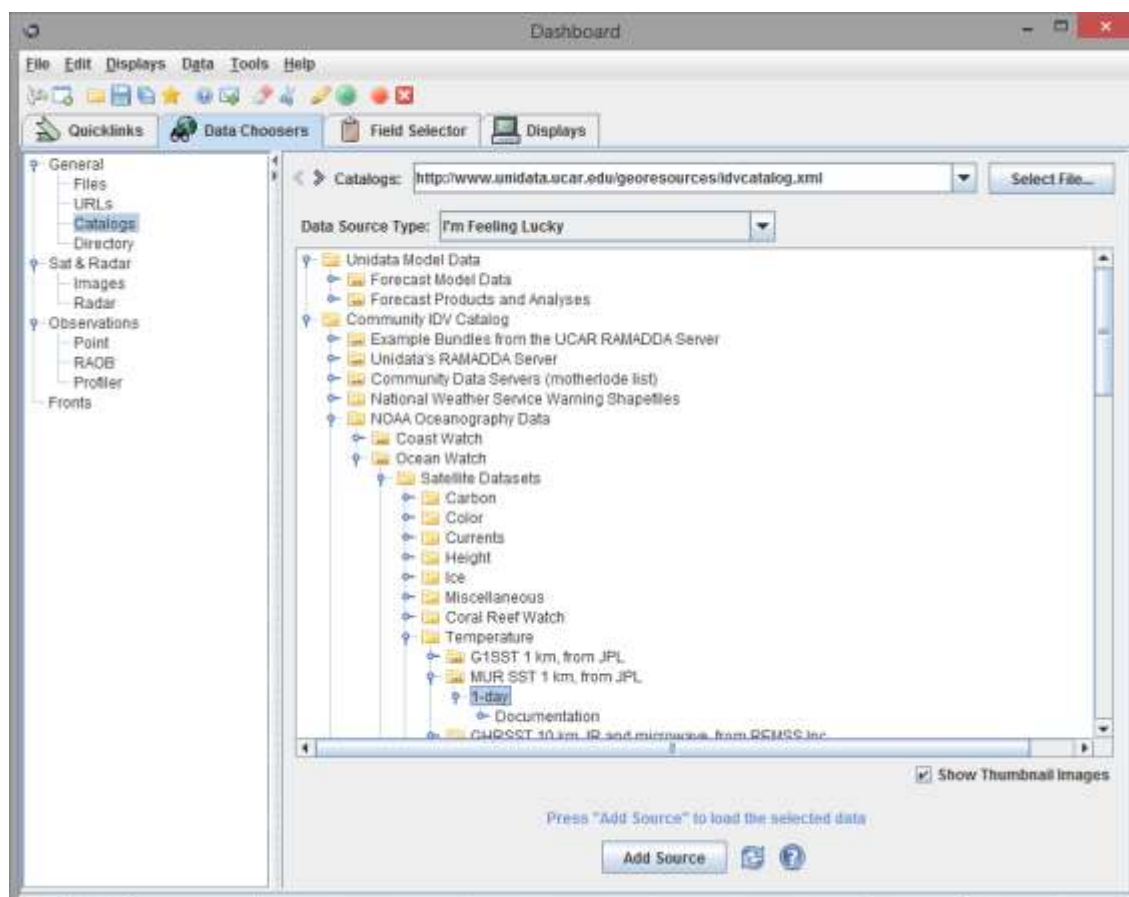
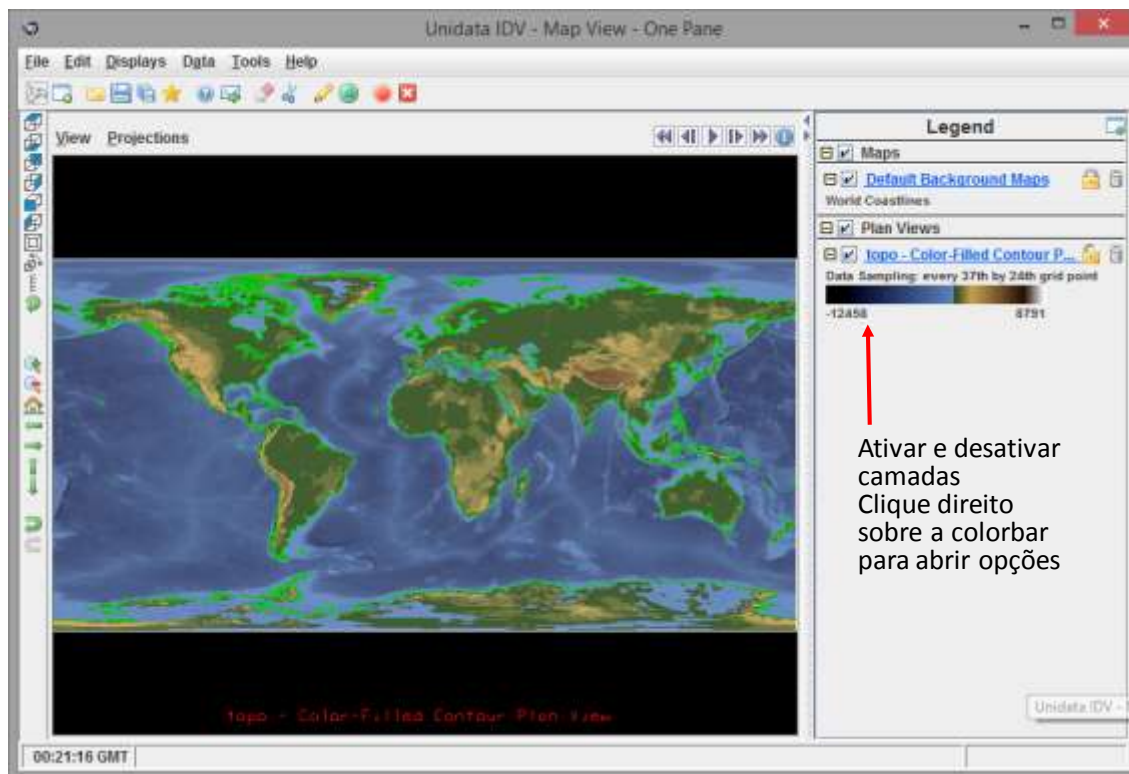


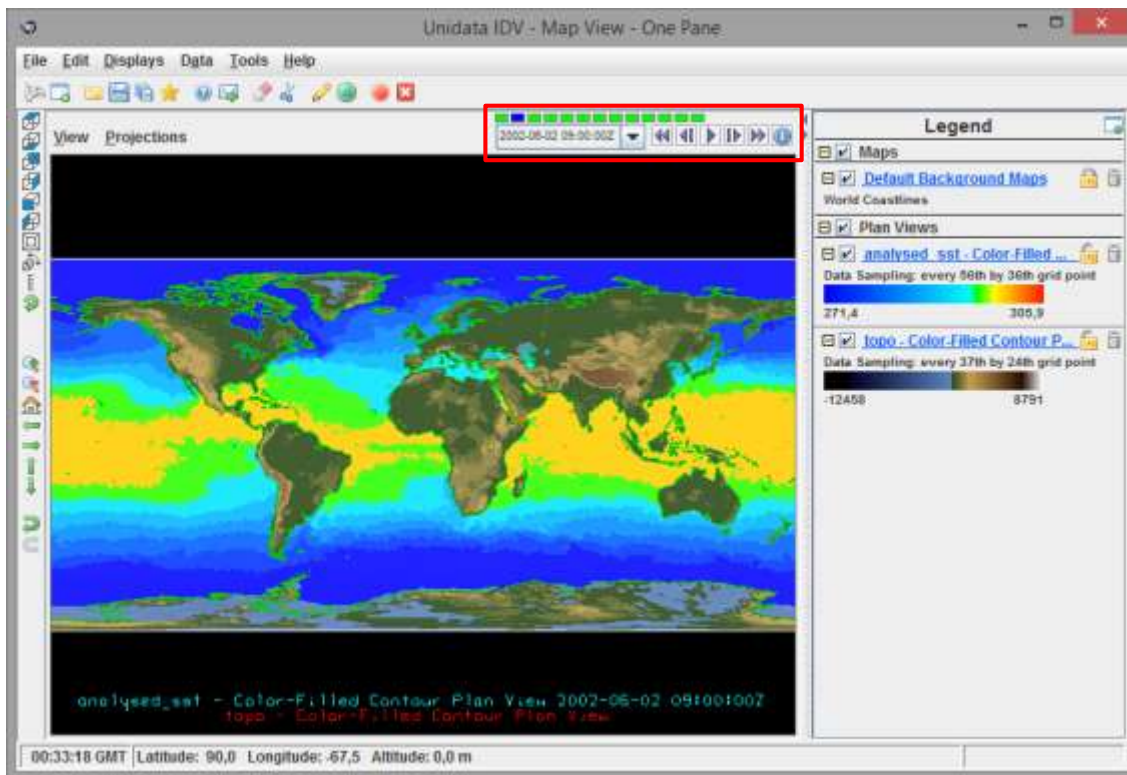
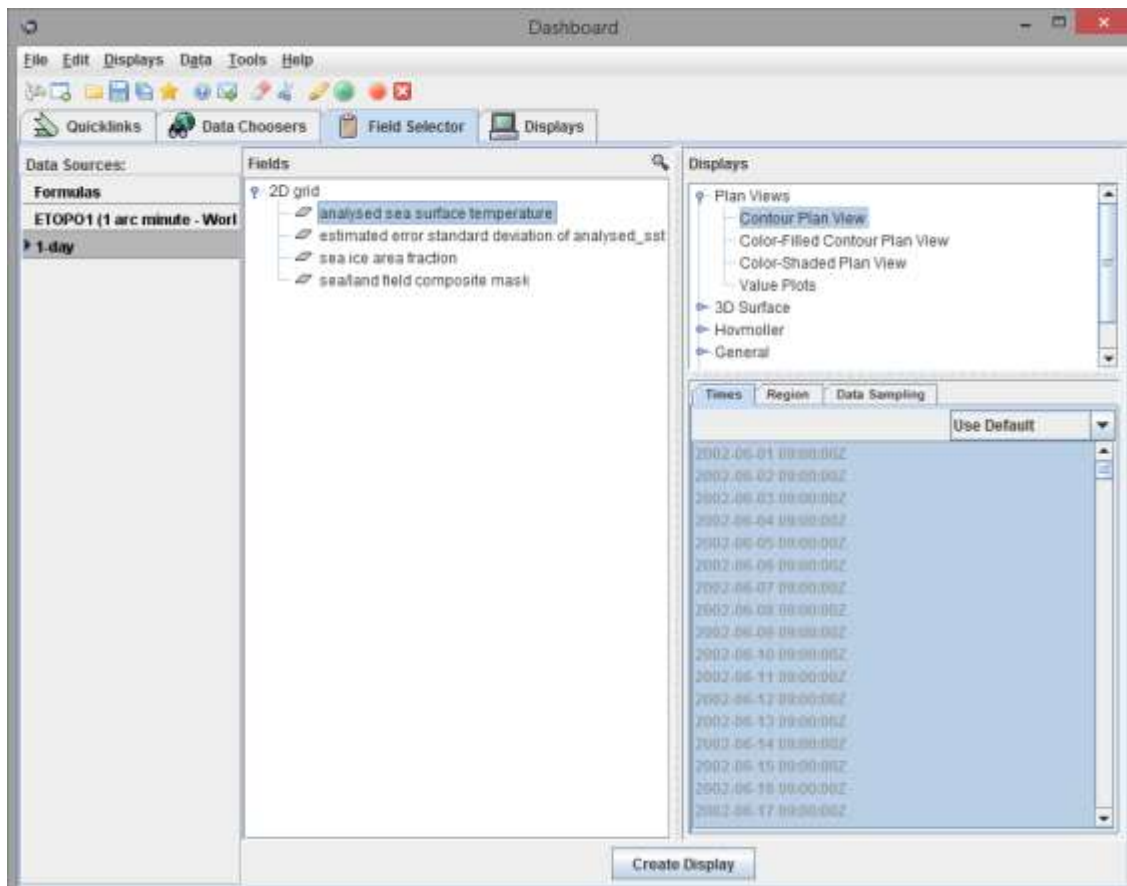
- Abre as possibilidades de representação
- Duplo clique sobre ETOPO1

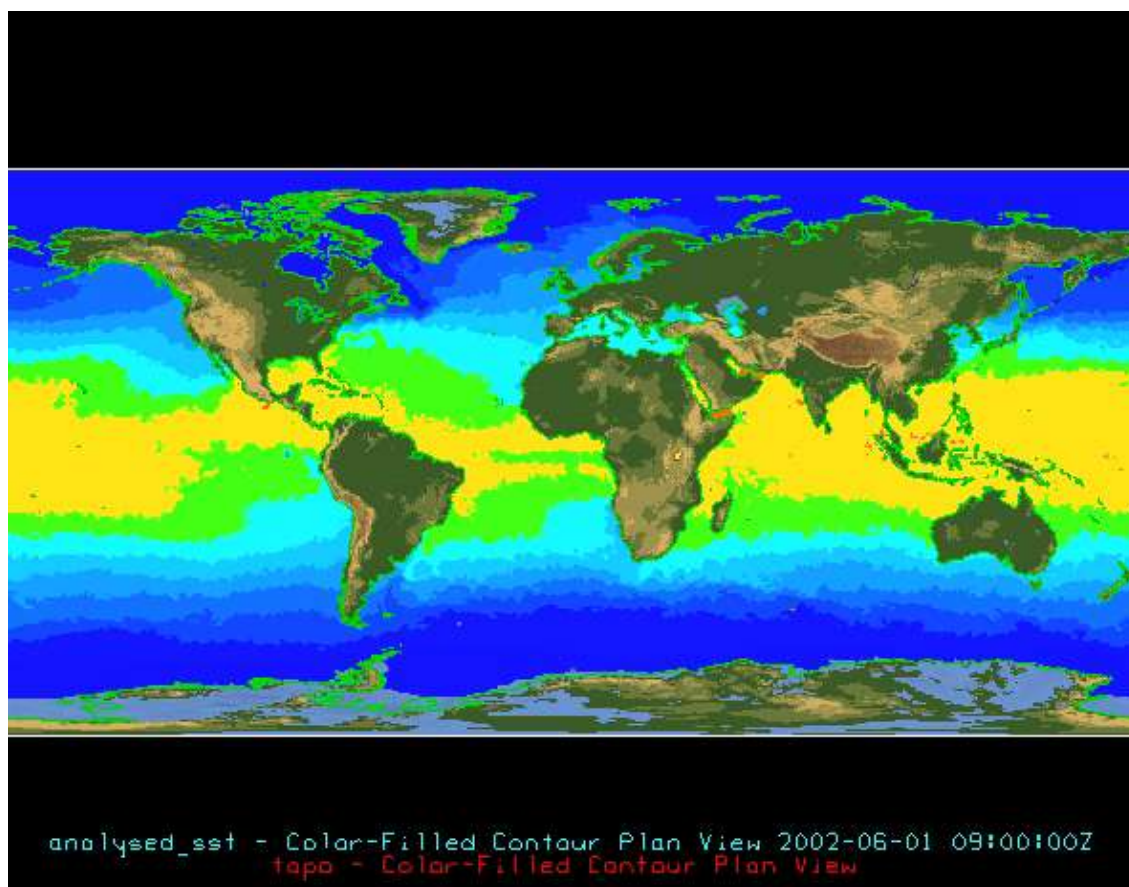
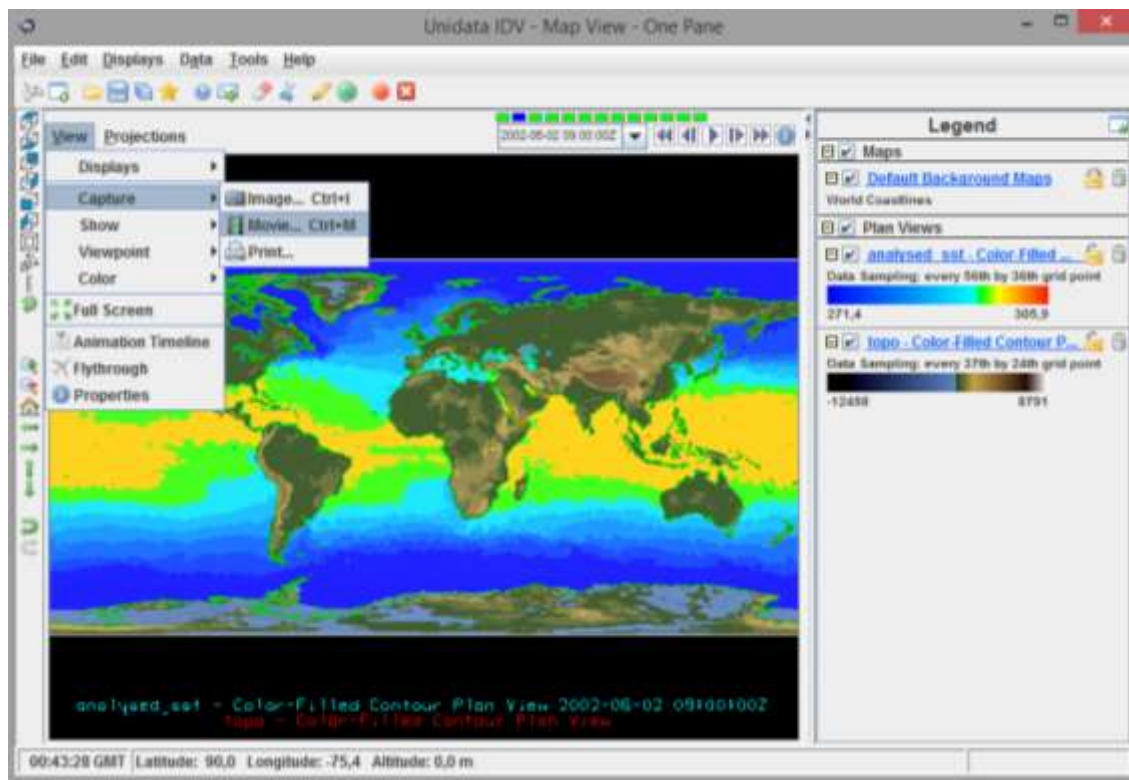


-
- The screenshot shows the 'Desktop' application window. The top menu bar includes 'File', 'Edit', 'Displays', 'Data', 'Tools', and 'Help'. Below the menu is a toolbar with icons for 'Get Data', 'Data Choosers', 'Field Selector', and 'Displays'. The main workspace is divided into two panes. The left pane, titled 'Plots', contains a single entry 'Topography'. The right pane, titled 'Displays', contains a tree view with 'Plan View' expanded, showing sub-items: 'Contour Plan View', 'Contour Line Contour Plan View' (which is selected), 'Contour Shaded Plan View', and 'Value Plot'. Below this tree are tabs for 'Region' and 'Data Sampling', with 'Region' currently active. The 'Region' tab shows a map of the world with a blue rectangular region highlighted over the Americas. At the bottom of the window is a 'Create Display' button.

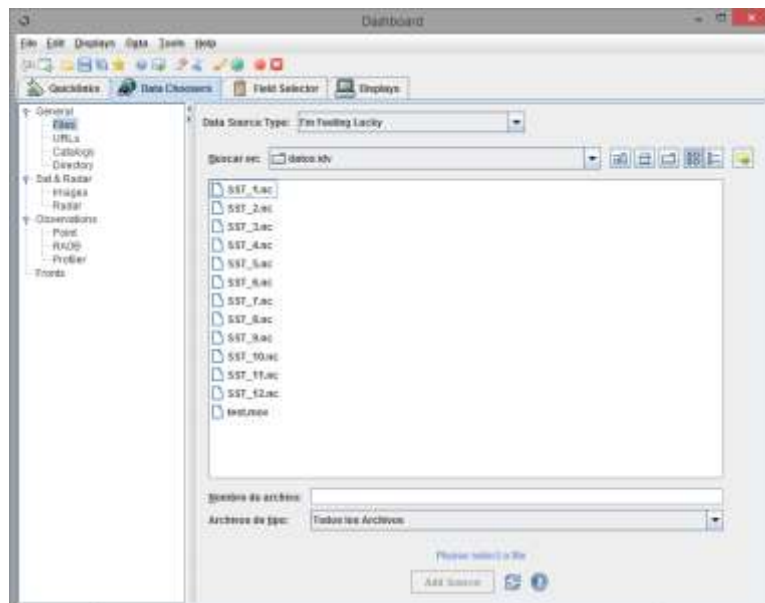
-
- The screenshot shows the Unidata IDV - Map View - One Pane window. The main display area shows a world map with a color-filled contour plot of precipitation. The map uses a color scale from -12458 (blue) to 8791 (yellow/green). The legend on the right indicates the data is 'topo - Color-Filled Contour P...' with a color scale from -12458 to 8791. The status bar at the bottom shows the time as 00:21:16 GMT.



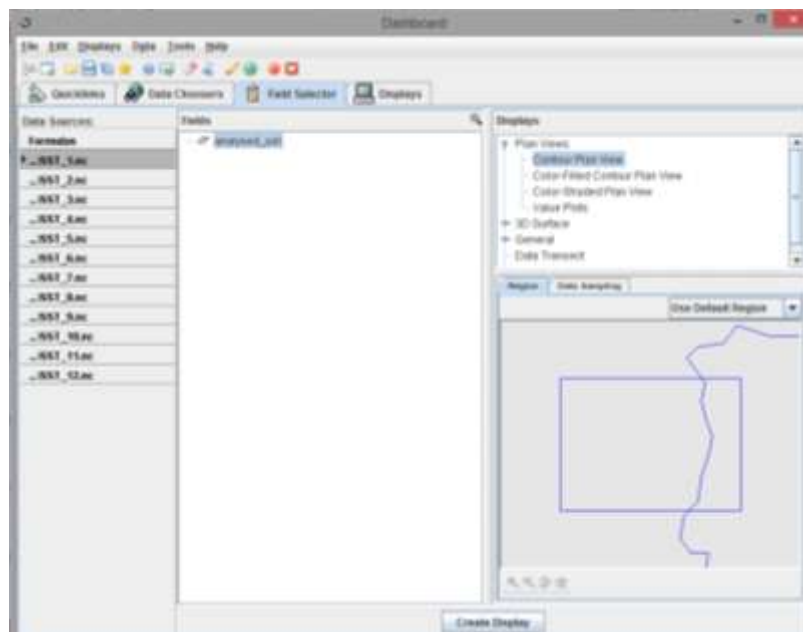




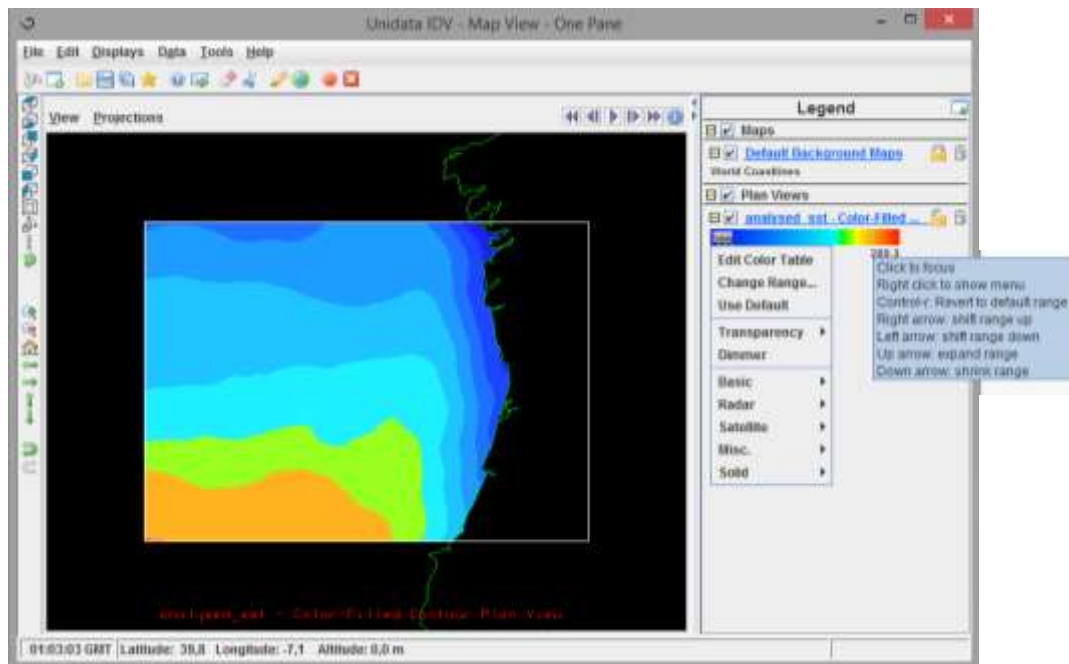
- Vamos a tentar carregar um ficheiro próprio
- Vamos ao path onde estão os ficheiros
- Seleccionamos um e fazemos “Add Source”



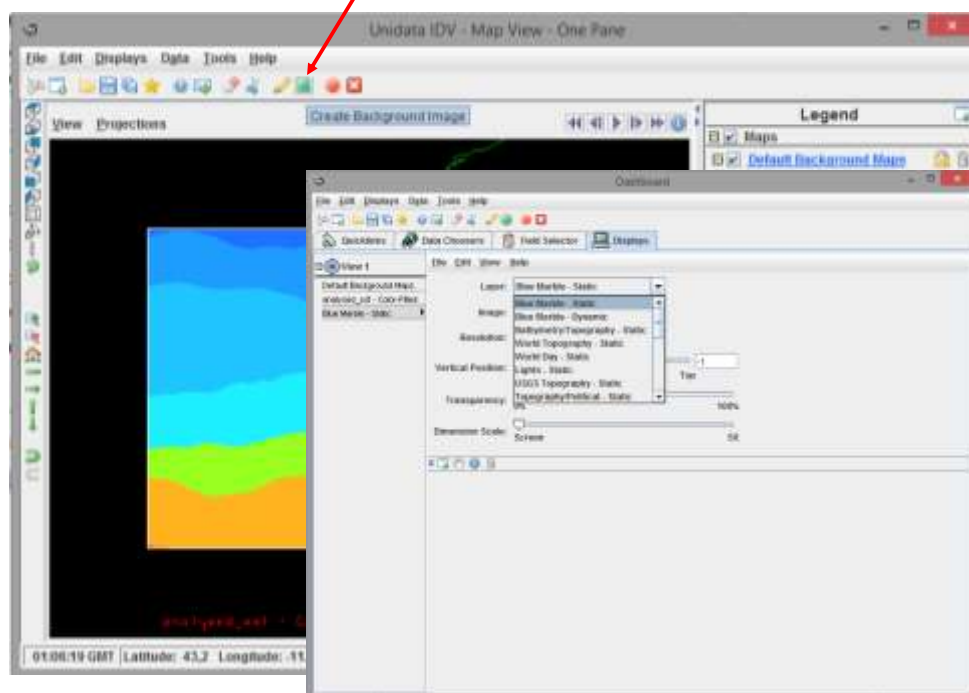
- Seleccionamos um tipo de plot 2D (plain) e fazemos “Create Display”

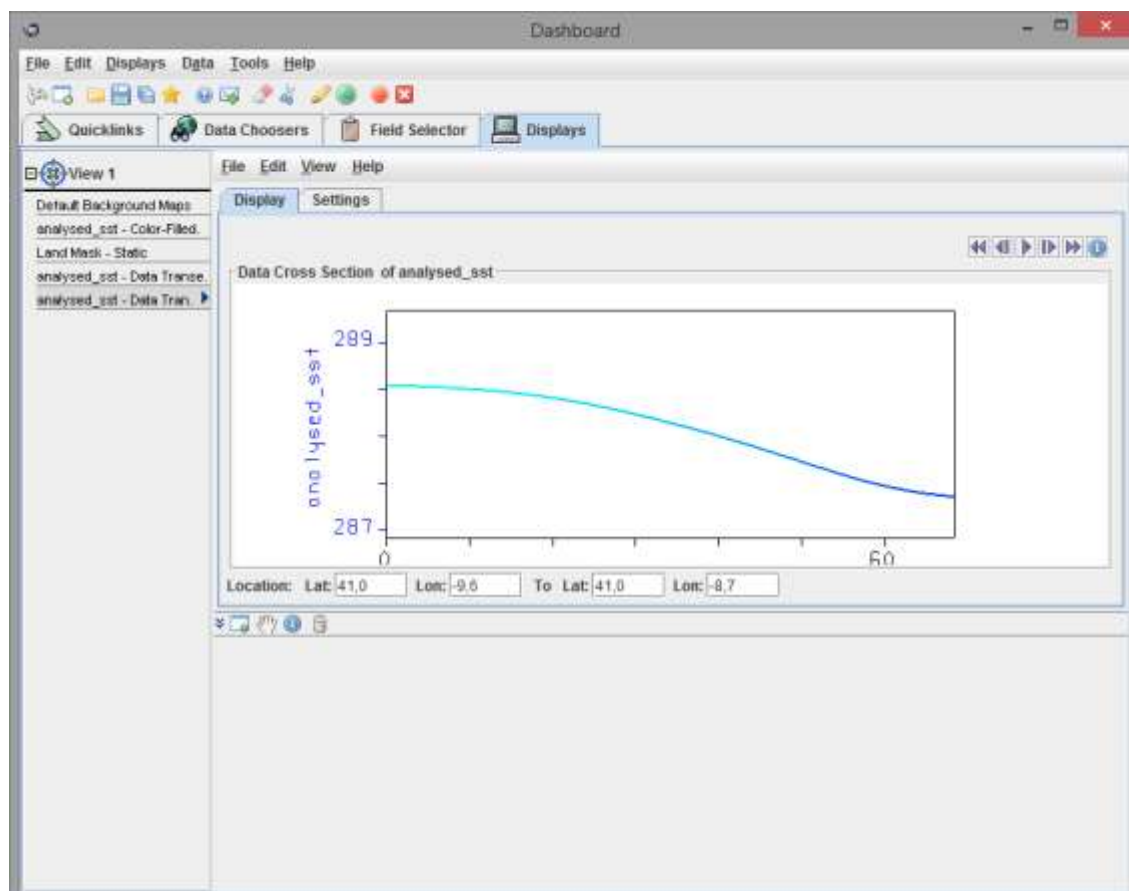
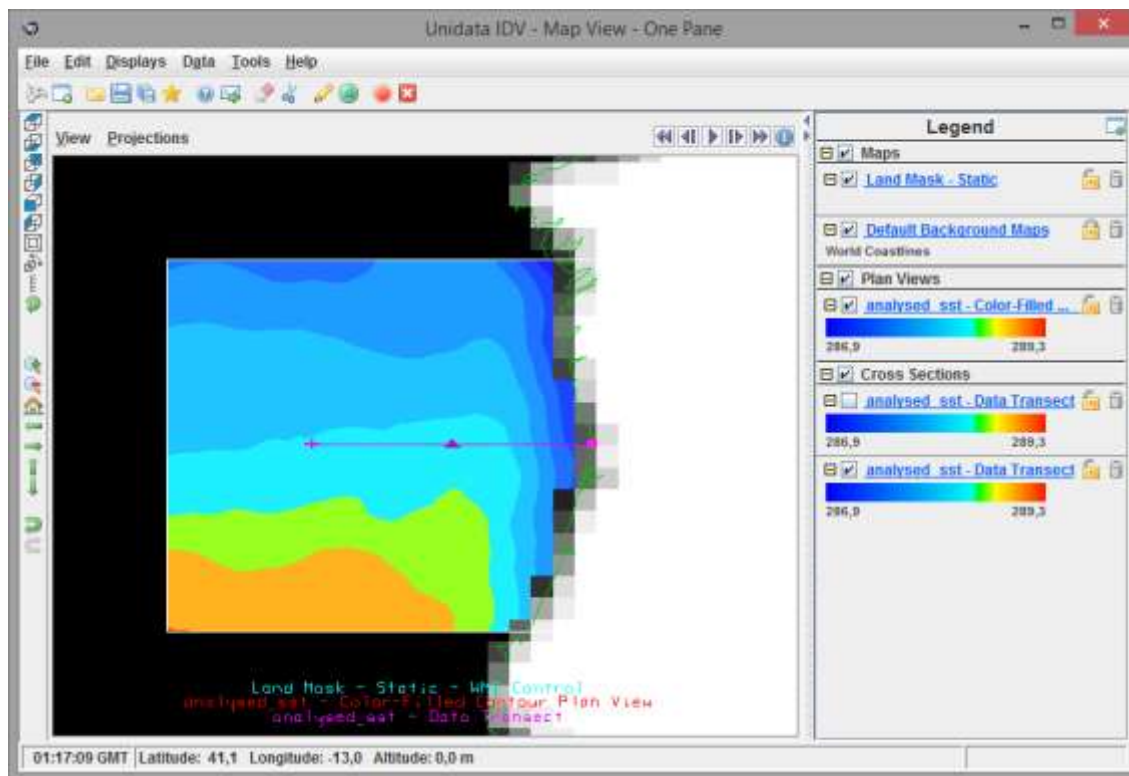


- Algo assim?



- Criamos uma imagem de fundo





- O IDV tem muitas mais possibilidades
- O “Help” do próprio software é de gran ajuda
- Também podem consultar o “Users Guide”:
- <http://www.unidata.ucar.edu/software/idv/docs/userguide/toc.html>
- Ou experimentar com os exemplos da web:
- <http://www.unidata.ucar.edu/software/idv/index.html>



IDV Display Examples



In the IDV **Globe Display**, displays and maps are projected onto a spherical globe.



Display **Plan View** horizontal 2D map data or cross sections of 3D data using the IDV.



3D Surface supports isosurface, topography, and 2D data draped over topography displays.



Create displays from **Satellite** and NCEP WSA-BBD Level III **Radar** data using the IDV.



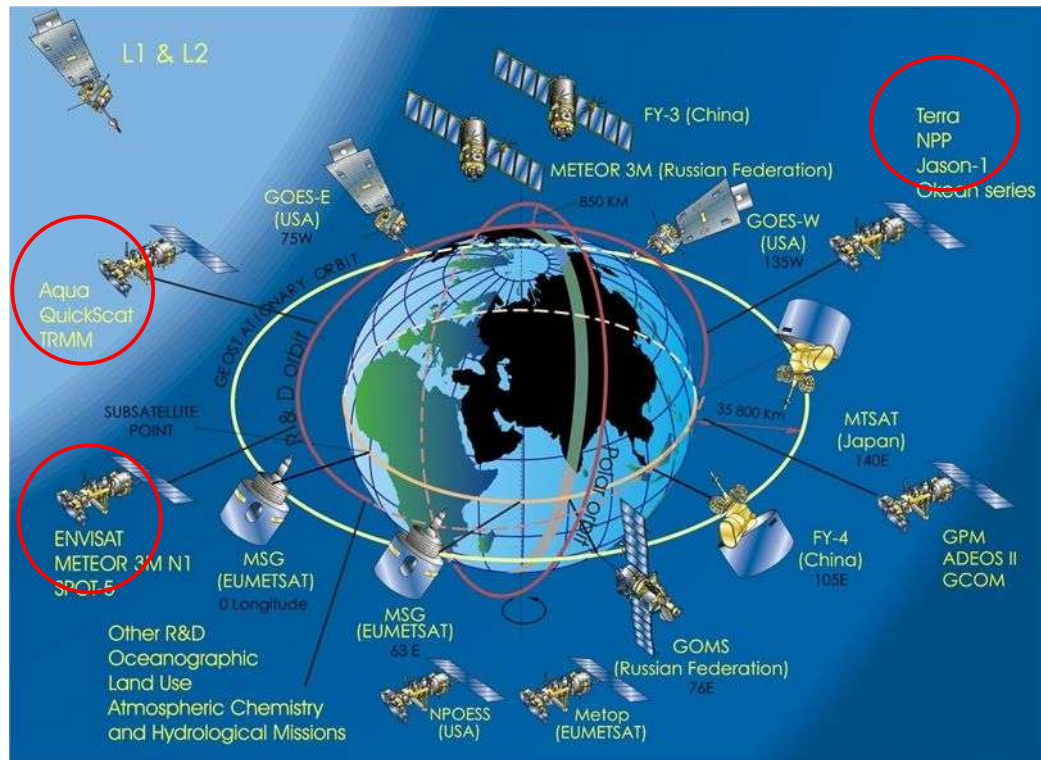
The IDV **Profiler Winds** provides a Time/Height plot, Station plot, and a 3D view.



The **UNAVCO IDV** is an extension of the IDV for solid earth science research.

2.7 Sistemas de Informação Geográfica – QGIS

Observação do meio marinho



Sistemas de Informação Geográfica

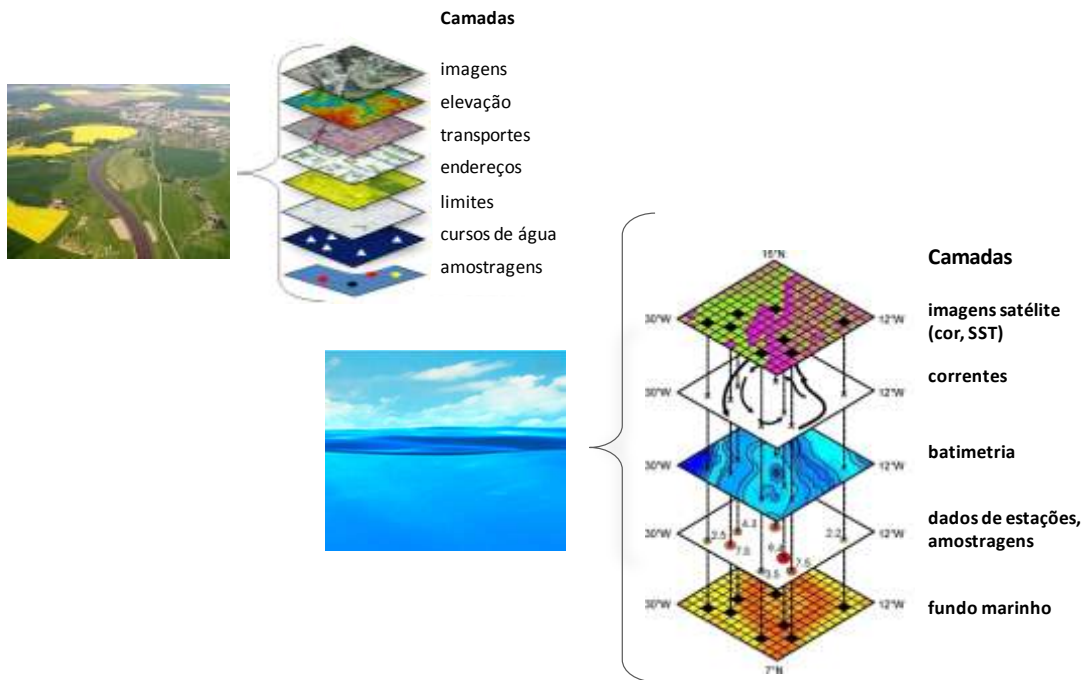
SIG permitem

- Introduzir/digitalizar, gerir, analisar, visualizar dados espaciais temáticos

Dados de satélite em SIG

- gerir bases de dados
- mapear dados (SST, clorofila, ...)
- analisar (por zona , período)
- interpolar
- monitorizar tendências/dinâmica
- relacionar com outros dados (distribuição de espécies ...)

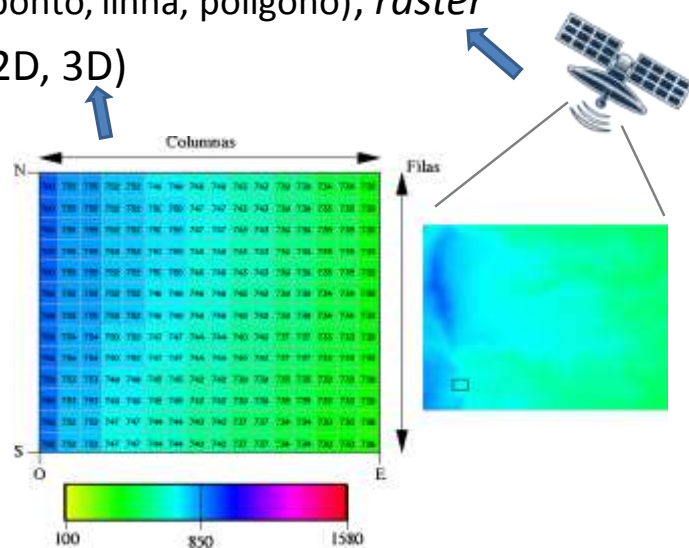
SIG – estrutura



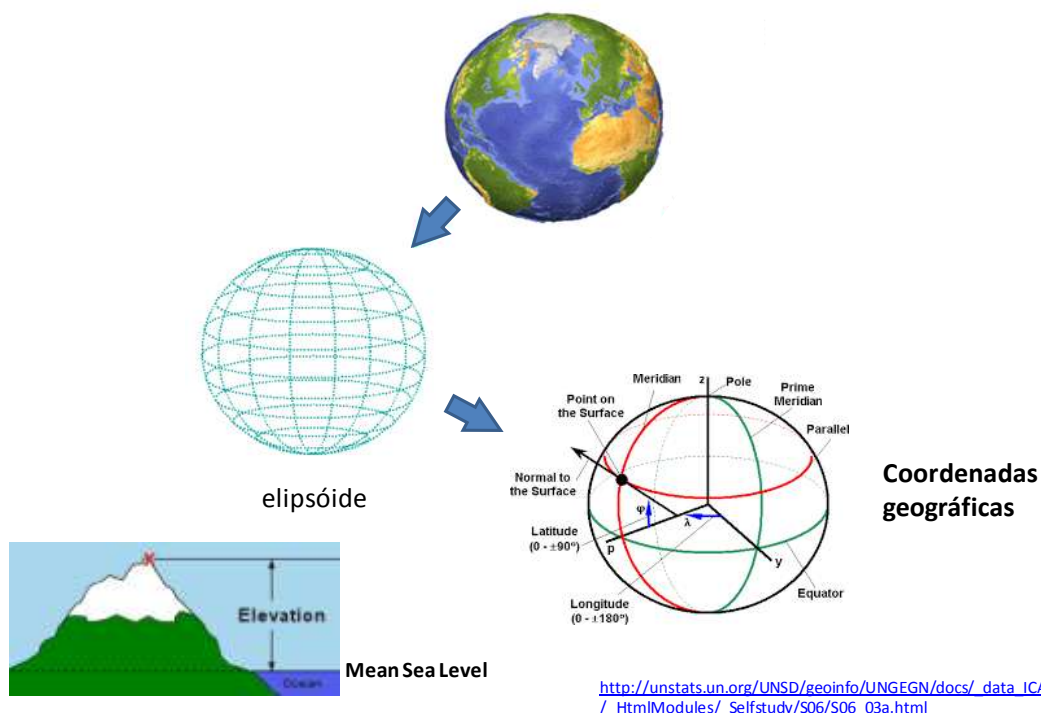
SIG – dados

Características

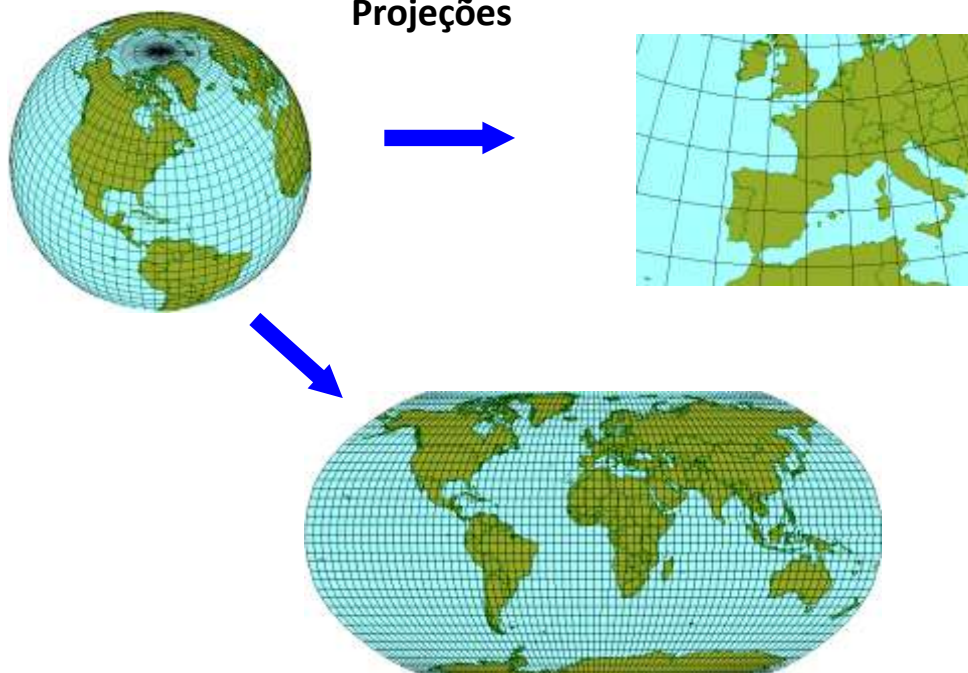
- referência espacial (coordenadas)
- tipo: vetoriais (ponto, linha, polígono); *raster*
- dimensão (1D, 2D, 3D)



Referência espacial

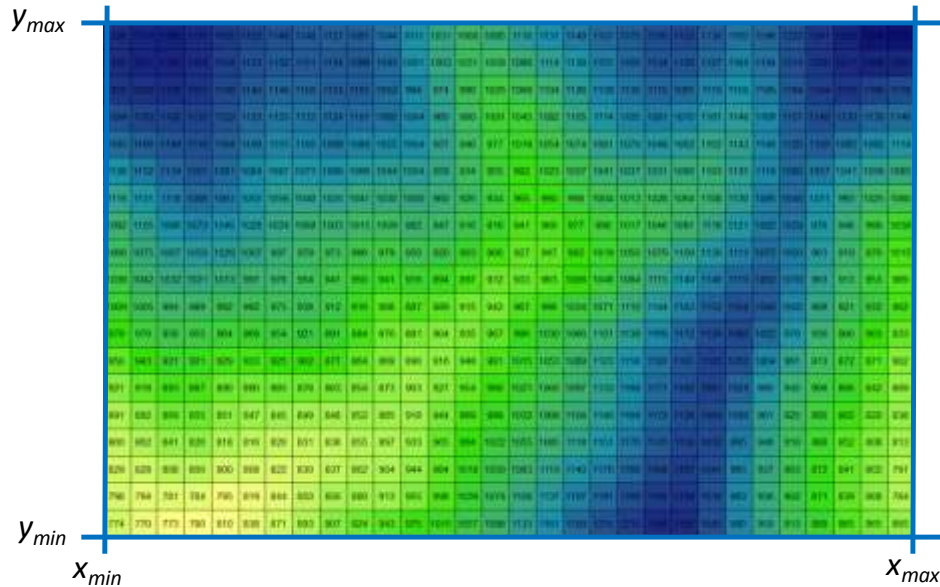


Projeções



Tipos de dados

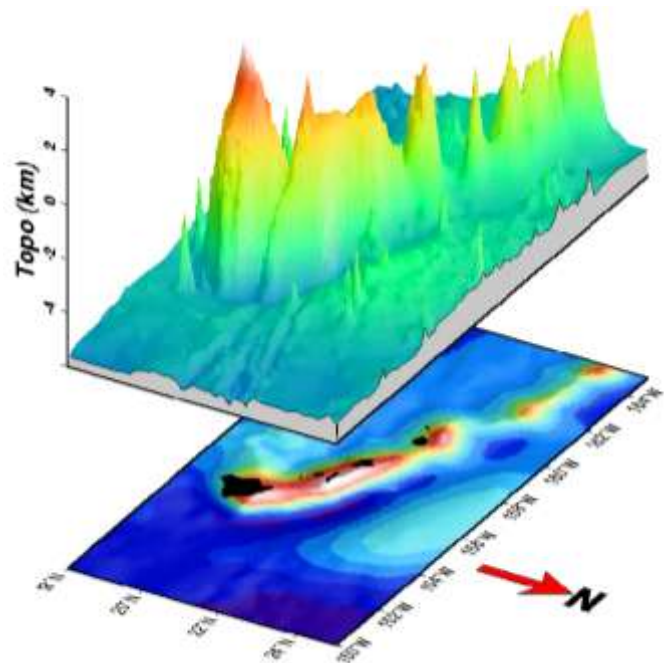
Raster



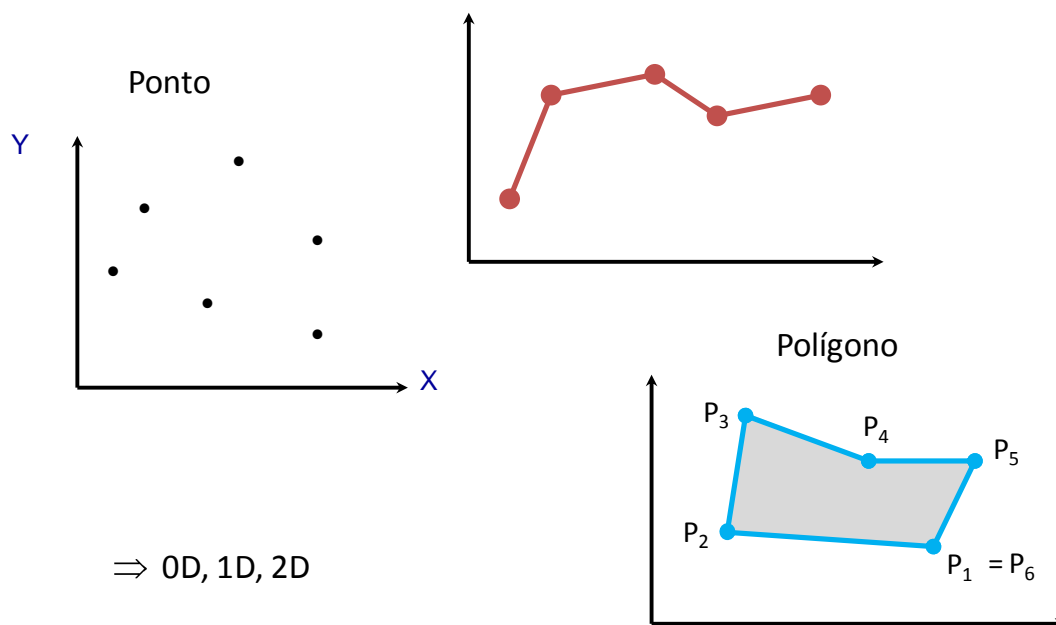
⇒ 3D

Raster: topografia/batimetria

Hawaiian Ridge

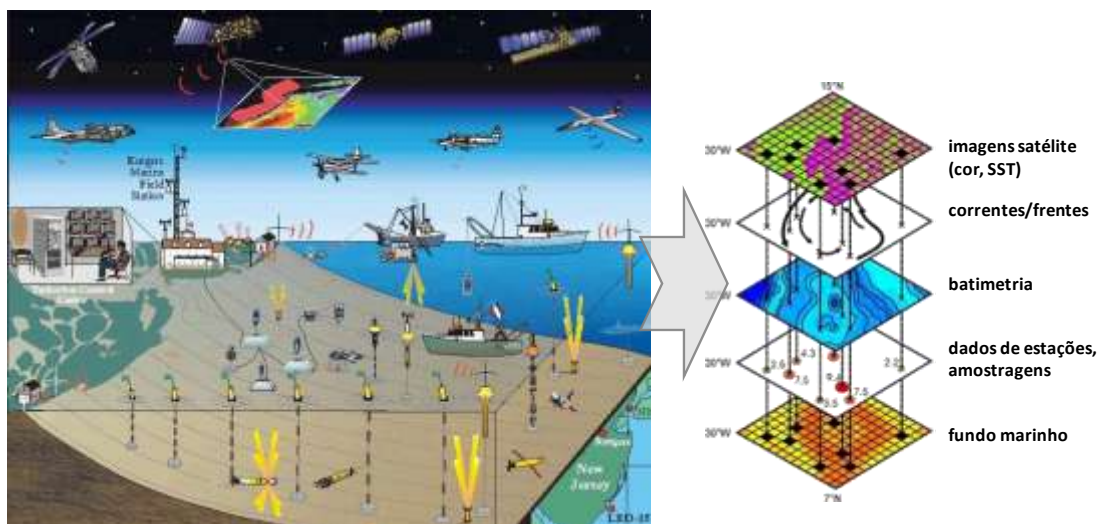


Vetoriais



SIG

Dados costeiros e oceânicos



QGIS

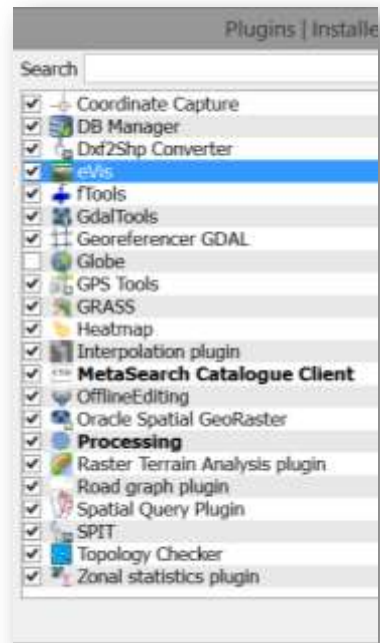
- Execute o QGIS Desktop. Pode alterar a língua no menu *Configurações / Opções / Região*. É necessário reiniciar a aplicação.
- Para evitar conflitos com alguma terminologia popularizada em inglês, é preferível o inglês.
- Poderão ser instalados módulos (*plugins*) adicionais. No menu *Plugins / Manage and Install Plugins*. Inicialmente deverão estar os seguintes

- Outros *Plugins* de que vamos precisar:

Zonal Statistics

Point Sampling Tool

Profile

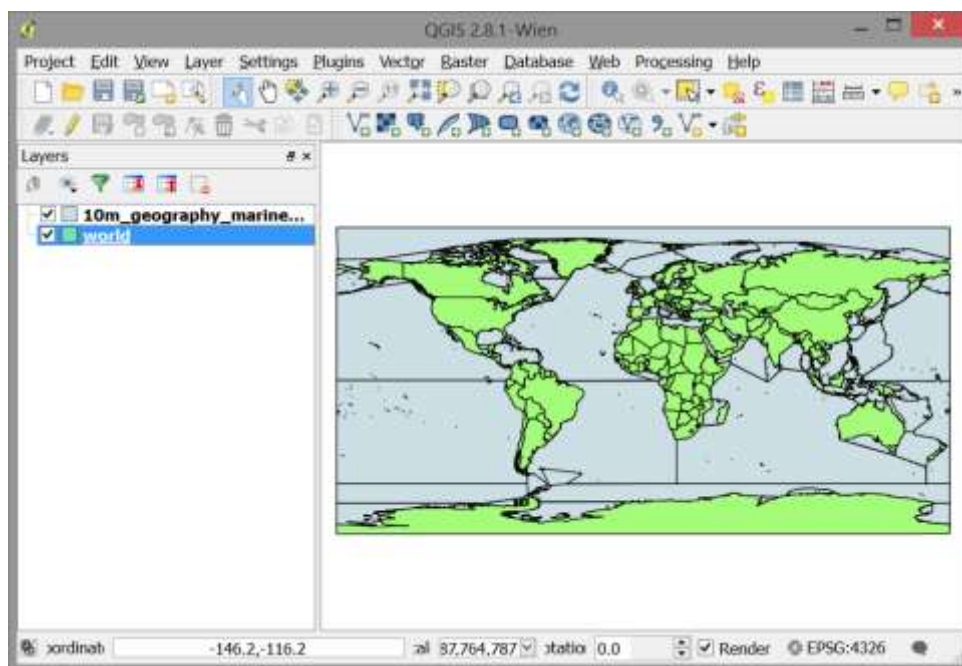
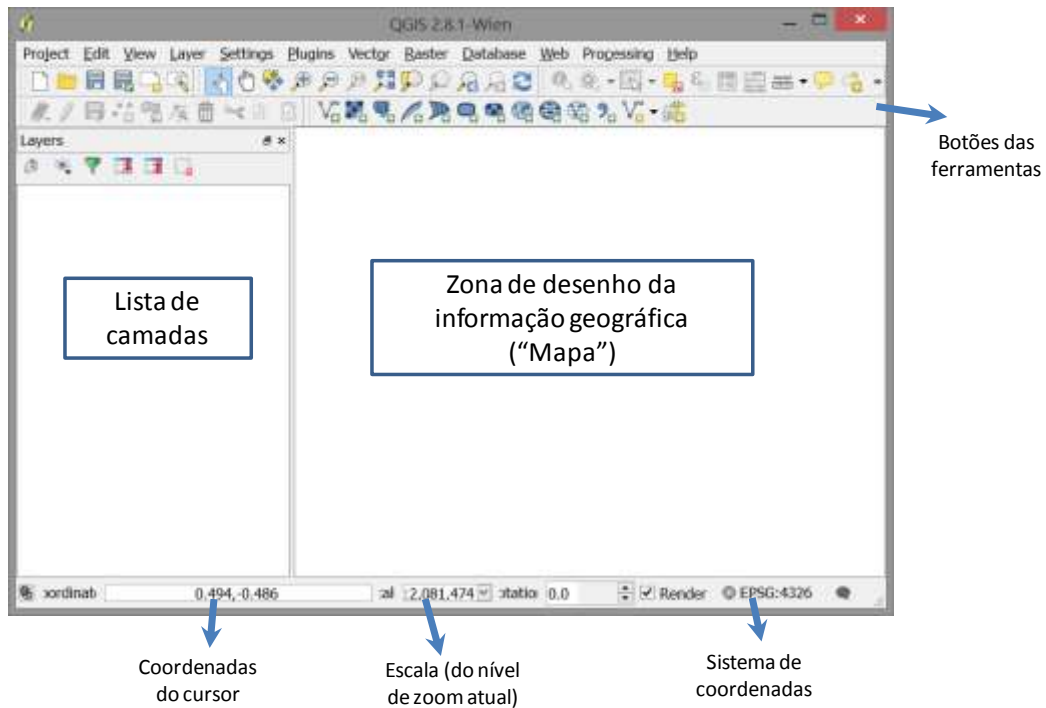


Configuração do sistema operativo

- O sistema operativo português predefine como separador decimal o carácter “,” (vírgula). Isto pode criar dificuldades com programas que não tomem em consideração a definição imposta pelo sistema.
- No QGIS esse problema é comum.
- Sugere-se a alteração para considerar o ponto como separador decimal:
 - No painel de controlo escolher a opção “Definições Regionais”
 - Escolher “Definições adicionais”
 - Escolher:

Separador decimal	.	(ponto)
Agrupamento de dígitos	,	(vírgula)
Separador de listas	,	(vírgula)

Interface gráfico do QGIS



Exemplo de duas camadas carregadas. O sist. coord. é geográficas WGS84 (EPSG:4326).

Camadas e ficheiro de projeto

As camadas são carregadas a partir de ficheiros externos (barra de ferramentas “Manage Layers”):

- Ficheiros vetoriais (e.g. ESRI shapefile, KML, DXF)
- Dados web-SIG (WMS, WFS)
- Rasters (TIFF, JPEG)

As operações File/Open ou File/Save referem-se ao **projeto**, isto é, um ficheiro que descreve os dados que temos carregados numa sessão e como estão configurados.



Os **ficheiros de projeto** têm a extensão QGS; **não contêm os dados**.

Fechar um projeto e não gravar não envolve qualquer ação sobre os ficheiros de dados, a não ser numa camada vetorial em edição. Numa situação dessas é dado um alerta.

Barras de ferramentas

As principais barras de ferramentas são:

- Manage Layers



- Map Navigation



- Attributes



- Digitizing



Para ativar ou desativar barras de ferramentas, clicar com o botão direito na zona dos menus ou barras de ferramentas. Podem também ser seleccionados diferentes painéis.

Alternativamente, usar o menu *View / Toolbars*.

Manage Layers & Map Navigation



Adicionar camada vetorial
Add vector layer



Adicionar camada raster
Add raster layer



Adicionar camada WMS
Add WMS layer



Adicionar camada WFS
Add WFS layer



Adicionar ficheiro de texto
Add delimited text layer



Criar nova shapefile
New shapefile layer



Mover mapa
Pan map



Aproximar (ou zoom janela)
Zoom in



Afastar
Zoom out



Ver tudo
Zoom full



Vista anterior
Zoom last

Attributes & Digitizing



Identificar elemento
Identify feature



Selecionar elemento
Select feature(s)



Limpar seleção
Deselect feature



Selecionar por atributos
Select features using an expression



Abrir tabela de atributos
Open attribute table



Funções de medição
Measure line



Calculadora de campos
Open field calculator



Alternar edição
Toggle editing



Guardar alterações
Save layer edits



Adicionar elemento
Add feature

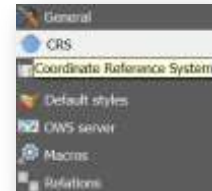
Abrindo a tabela de atributos temos os seguintes botões. Os mais importantes encontram-se também nas barras de ferramentas anteriores



Sistemas de coordenadas

- Quando carregamos uma camada num projeto novo, o projeto receberá o sistema de coordenadas associado a essa camada, através de um código EPSG
- Camadas carregadas posteriormente no mesmo projeto serão adaptadas (projetadas) para o sistema de coordenadas do projeto. Este princípio designa-se por projetar “on-the-fly”
- A alteração do sistema de coordenadas do projeto é feita no menu:

Project / Project Properties, separador CRS



- Se a camada carregada não tiver sistema de coordenadas atribuído recebemos um alerta dessa situação e será considerado o sistema de coordenadas geográficas WGS84 (epsg:4326)

CRS was undefined: defaulting to CRS EPSG:4326 - WGS 84

- Se não for esse o sistema, terá depois de se fazer atribuição correta

Sistemas de coordenadas

Seleção de um sistema de coordenadas pelo código EPSG:

Escrever aqui o número do código EPSG ou algumas palavras chave

Lista dos sistemas usados recentemente

Lista total

Configuração pelo standard PROJ.4 (uso avançado)

Coordinate Reference System	Authority ID
WGS 84 / UPS South (E,N)	EPSG:5042
ETRS89 / ETRS-LAEA	EPSG:3035
WGS 84	EPSG:4326
WGS 84 / UTM zone 29N	EPSG:32629
Coordinate reference systems of the world	
ETRS89 / GK29FIN	EPSG:3883
ETRS89 / GK30FIN	EPSG:3884
ETRS89 / GK31FIN	EPSG:3885
ETRS89 / Guernsey Grid	EPSG:3108
ETRS89 / Jersey Transverse Mercator	EPSG:3109
ETRS89 / Kp2000 Bornholm	EPSG:2198
ETRS89 / Kp2000 Bornholm	EPSG:7420

Selected CRS: WGS 84

+proj=longlat +datum=WGS84 +no_defs

Sistemas de coordenadas comuns

SISTEMA	EPSG	Notas
WGS84/Geográficas	4326	Sistema global. Usado no Google Earth e no GPS.
WGS84/World Mercator	3395	Utilizado nas cartas náuticas.
WGS84/Pseudo Mercator (Web Mercator)	3857	Google maps / Bing maps / OSM / etc.
WGS84/UTM Zona 29N	32629	Quadricula 1 km da carta militar portuguesa, desde 2001.
ETRS89/LCC (Lambert conformal conical)	3034	Cartografia da Agência Europeia do Ambiente.
ETRS89/LAEA (Lambert azimutal equal area)	3035	Cartografia da Agência Europeia do Ambiente.
ETRS89/PTTM06 (Portugal)	3763	Sistema de coordenadas nacional atual.
ED50/UTM Zona 29N	23029	Cartografia de Espanha (oeste). Quadricula 1 km da carta militar portuguesa, até 2001.
ED50/UTM Zona 30N	23030	Cartografia de Espanha (centro).
ED50/UTM Zona 31N	23031	Cartografia de Espanha (leste).
Hayford-Gauss Datum 73 (Portugal)	27493	Sistema usado em Cartografia e Topografia (obsoleto).
Hayford-Gauss Datum Lisboa militar (Portugal)	20790	Sistema usado na carta militar até 2001 (obsoleto).

Manipulação e análise de dados raster

Nos próximos exercícios necessitamos dos seguintes *plugins*:

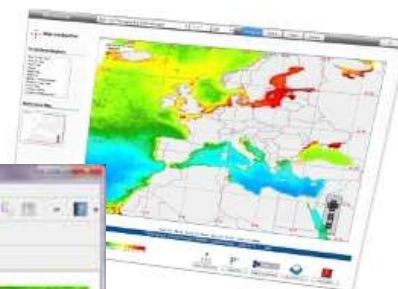
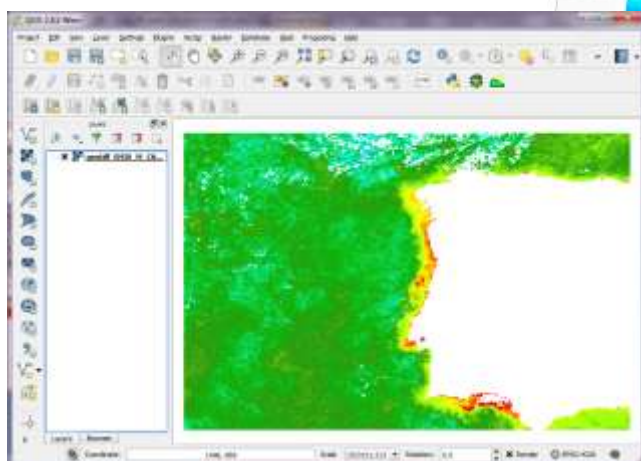
- *Zonal Statistics*
- *Point Sampling Tool*
- *Profile*
- *Oceancolor Data Downloader*

Importar dados da Net

EMIS - European Seas GIS viewer

<http://mcc.irc.ec.europa.eu/emis/>

Download como **GEO TIFF** ou **NetCDF**



NetCDF download ou WCS

MODIS-T
Sea Surface Temperature (MODIS-T)

Sea surface temperature (SST in degree-C): Sea surface temperature is the temperature of the water close to the sea surface. SST is a standard product from satellite-based thermal infra-red sensors, and optical sensors complemented with infrared bands.

GIS viewer NetCDF download WMS WCS

EMIS_T_SST_MM_YYYY.nc
2000>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2001>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2002>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2003>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2004>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2005>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2006>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2007>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2008>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2009>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2010>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2011>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2012>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/

EUROPE (Extent: -30,10,42,70)
2000>02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2001>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2002>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2003>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2004>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2005>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2006>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2007>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2008>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2009>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2010>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2011>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/
2012>01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/

GIS viewer NetCDF download WMS WCS Metadata

Carregar médias mensais SST MODIS-Terra em NETcdf e TIFF

Identificar valores

Identify Results

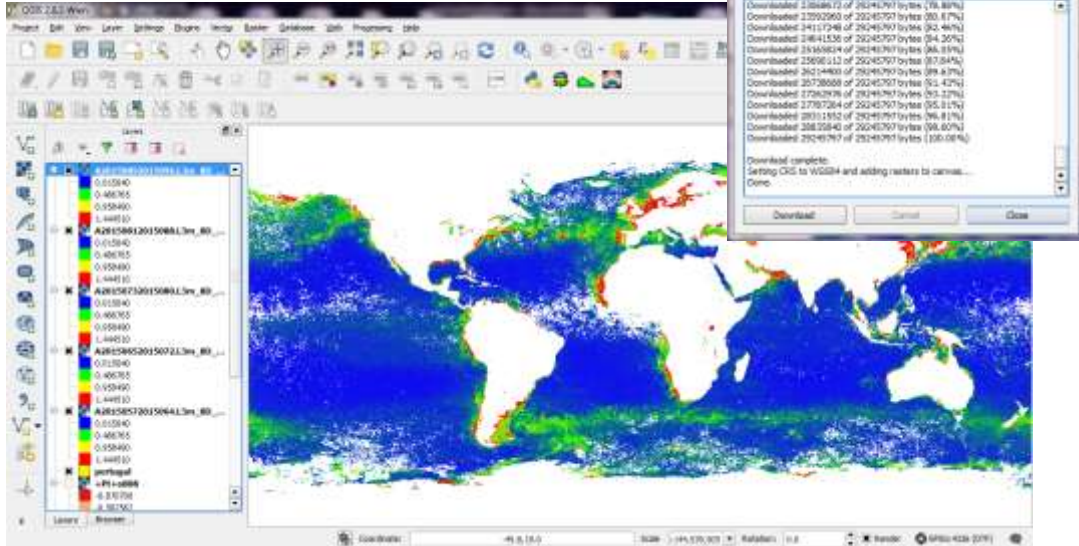
Feature	Value
0	EMIS_T_SST_01_2005
Band 1	11.670368194580078
(Derived)	
1	ModisT_SST_Jan2005
Band 1	11.670368194580078
(Derived)	

Mode: Layer selection ☐ Auto open form

View: Tree

- *Oceancolor Data Downloader*

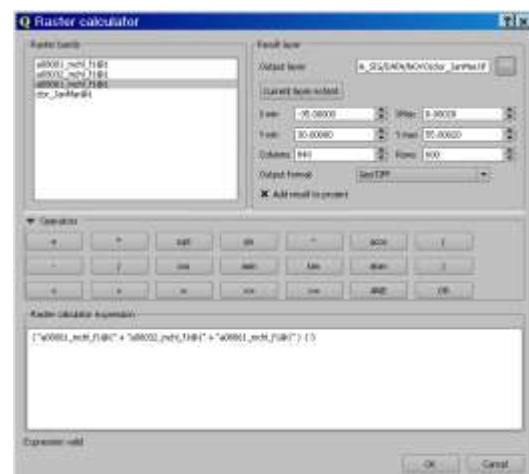
Vai diretamente ao site fazer o download e
converte em formato TIF



Cálculos

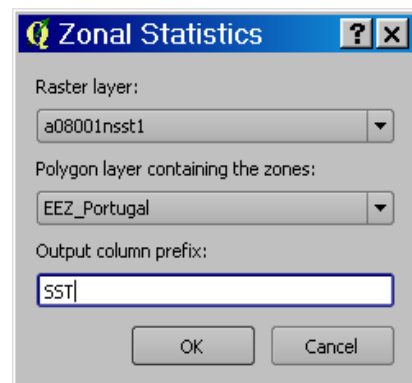
- Descarregue dois ficheiros utilizando o *Oceancolor Data Downloader*
e.g. Dados semanais de clorofila MODIS Aqua
- Adicione-os à lista de camadas
- O sistema de coordenadas (que é EPSG 4326) já vem definido
- Faça um mapa do valor médio de clorofila para as duas semanas

Raster Calculator
(mapa1+mapa2)/2



Estatística por Zonas

- Pretende-se calcular valores médios para uma parte de um raster, delimitada a partir de um polígono
- Carregue o ficheiro com as zonas exclusivas:
World_EEZ_v8_2014_HR.shp
- Seleccione a ZEE de Portugal continental, da Madeira e dos Açores; grave esses polígonos como **um novo shapefile** (Opção: save only selected features)
- Utilize um dos ficheiros anteriores,
- ou um novo com médias mensais
- Calcule a média de clorofila para as ZEE portuguesas com a ferramenta *Zonal Statistics* (output column prefix = SST)
- Foram adicionadas novas colunas à tabela dos polígonos, com os estatísticos de SST



Importação de dados/pontos a partir de tabela

Pretende-se importar dados geográficos de observações de aves, que se encontram num ficheiro Excel

- Abra o ficheiro Excel *TodasAvesZona1_LatLon.xls*
- Grave-o no formato CSV (ou tab-delimited TXT) e feche o ficheiro, para evitar conflitos
- Utilize o botão Adicionar ficheiro de texto.
- Escolha o ficheiro CSV. Deverá ver o início da tabela na parte de baixo da janela
- Deve estar ativada a opção “First record...”
- Escolha os campos das coordenadas

X = Longitude, Y = Latitude

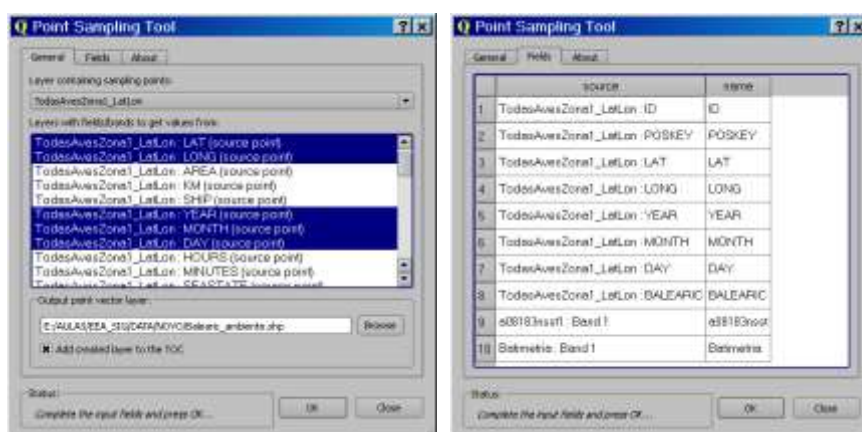
(são coord. geográficas WGS84)

- Escolha um nome para a camada. Poderá depois gravar no formato Shapefile
- O sistema de coordenadas será EPSG: 4326



Extrair valores de rasters para pontos

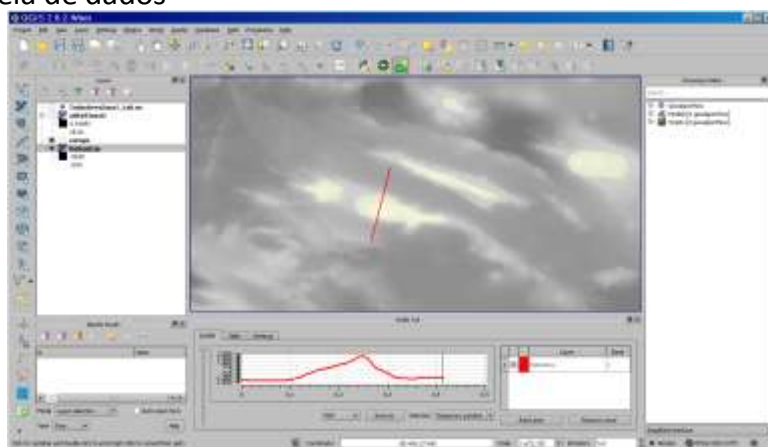
- Pretende-se extrair valores de vários rasters para uma camada de pontos
- Carregar os ficheiros de Batimetria (Batimetria.tif) e Clorofila (clor_JanMar.tif) fornecidos
- Carregar o shapefile das aves (TodasAvesZona1_LatLon.shp)
- Extrair os valores dos rasters utilizando a ferramenta *Point Sampling Tool*
- Seleccionar as colunas importantes (LAT, LONG, Data, BALEARIC, Batimetria; ver em “fields”) e gravar como Balearic_ambiente.shp



Manipulação e análise de dados raster

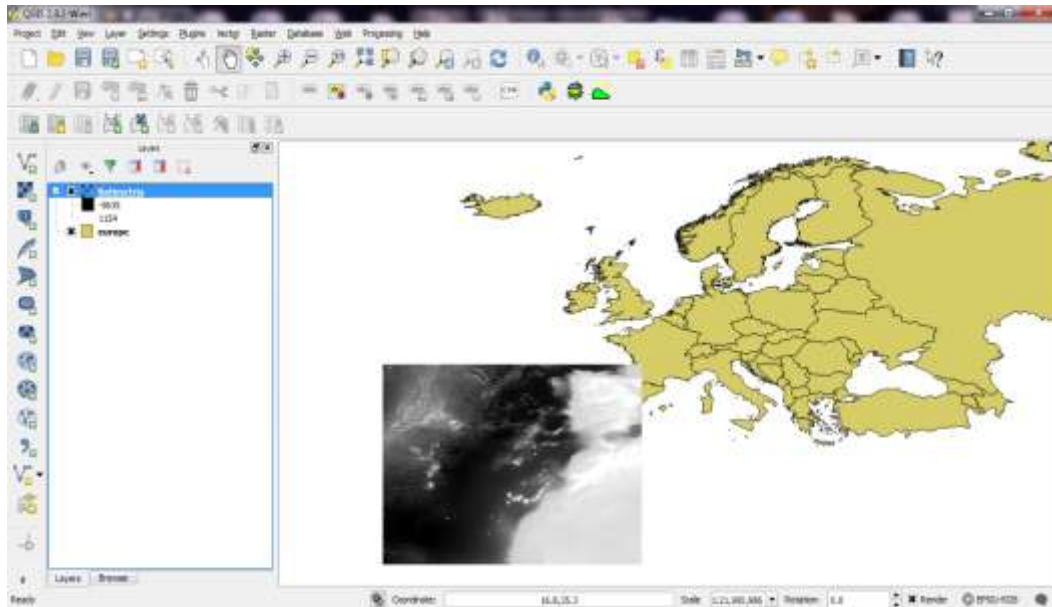
Perfis

- Pretende-se desenhar perfis a partir de uma topografia/batimetria
- Carregar o shapefile da Batimetria
- Traçar perfis perpendiculares à costa em diferentes pontos do país
- Traçar um perfil através do pico da Ilha do Pico
- Ver o perfil e a tabela de dados

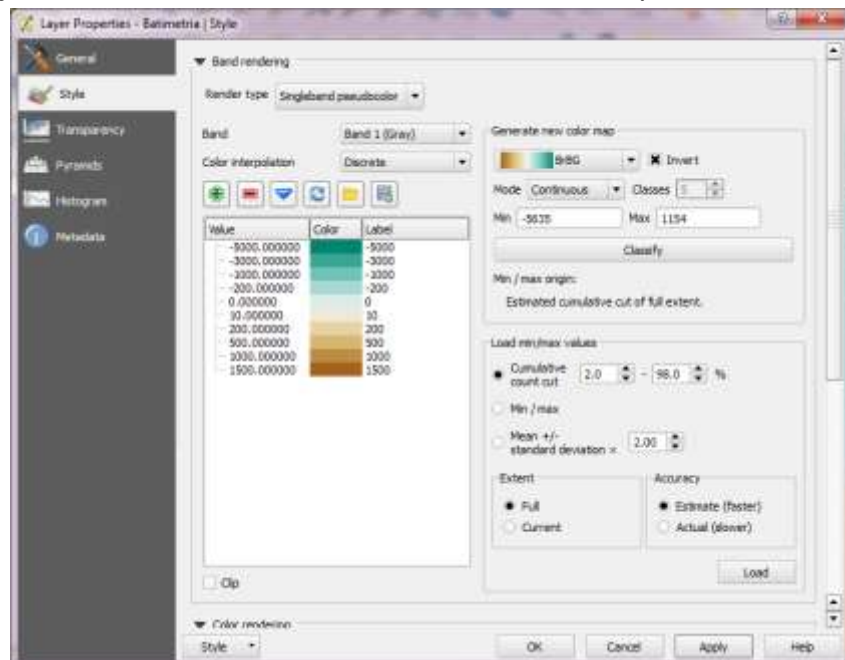


Compor mapas

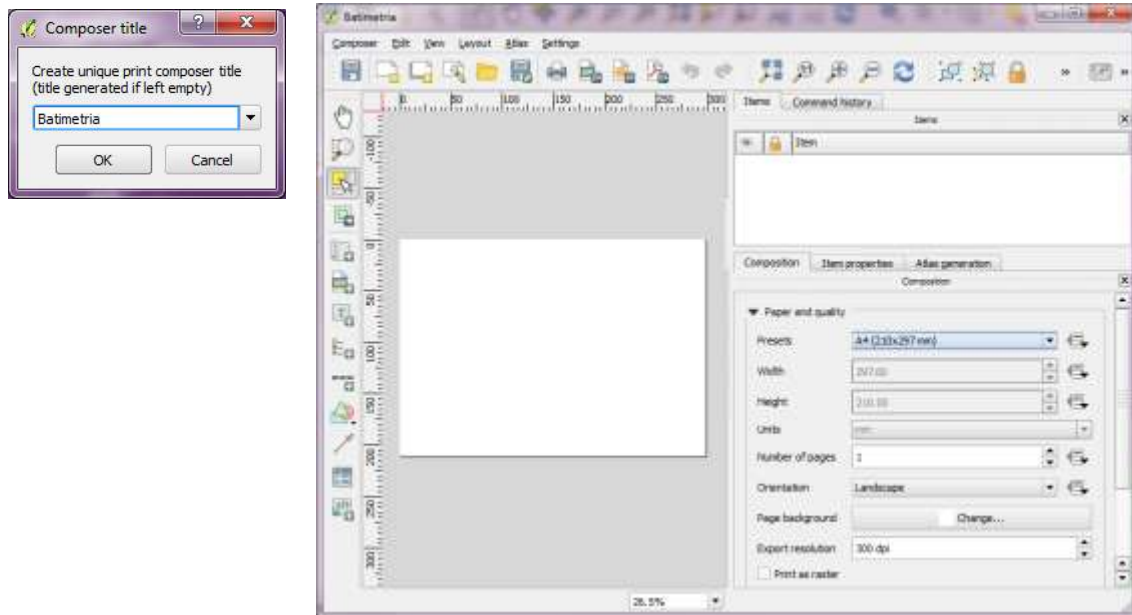
- Carregar o shapefile da Europa (*Europe.shp*) e o raster da batimetria



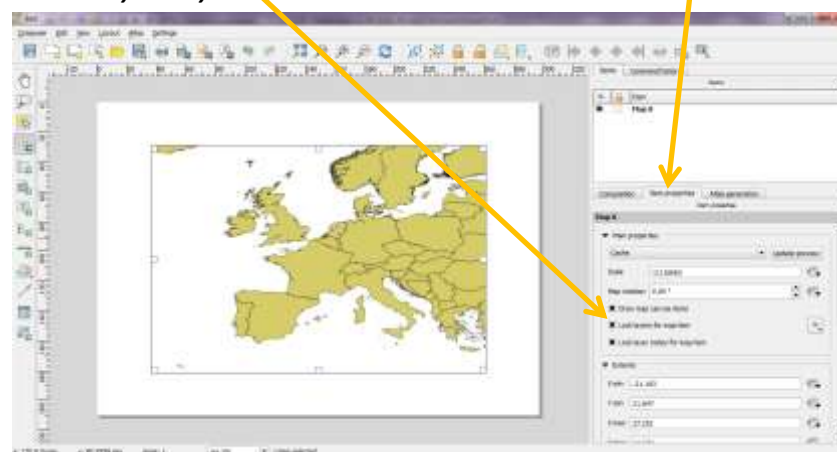
- Definir visualização
- Na classificação do raster, os valores indicam os limites superiores



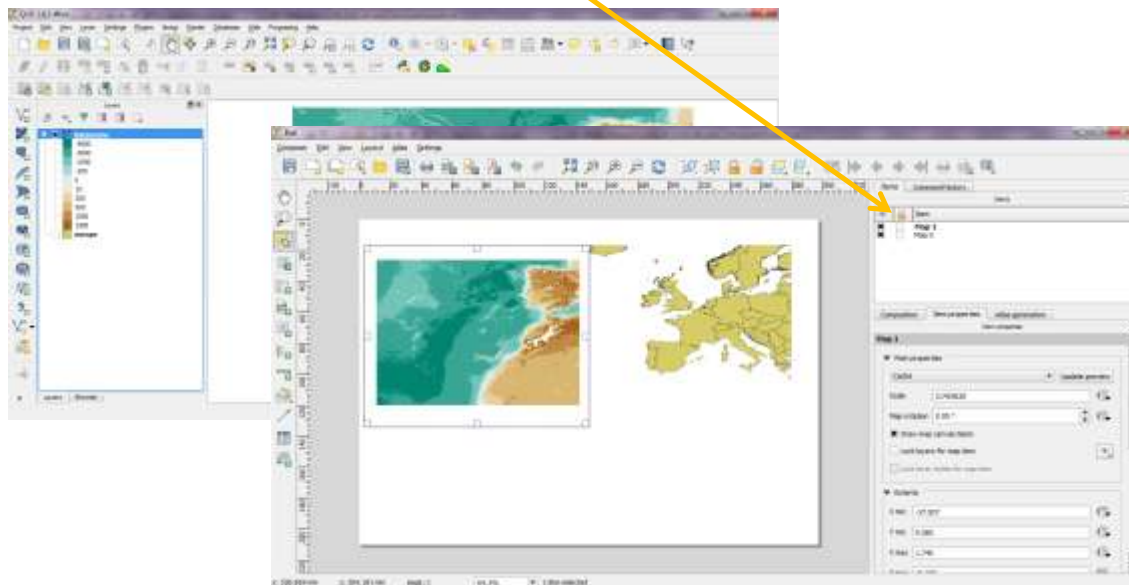
- Mapas criam-se no *Print Composer*
- Abrir *Project > New Print Composer* e definir o nome do mapa



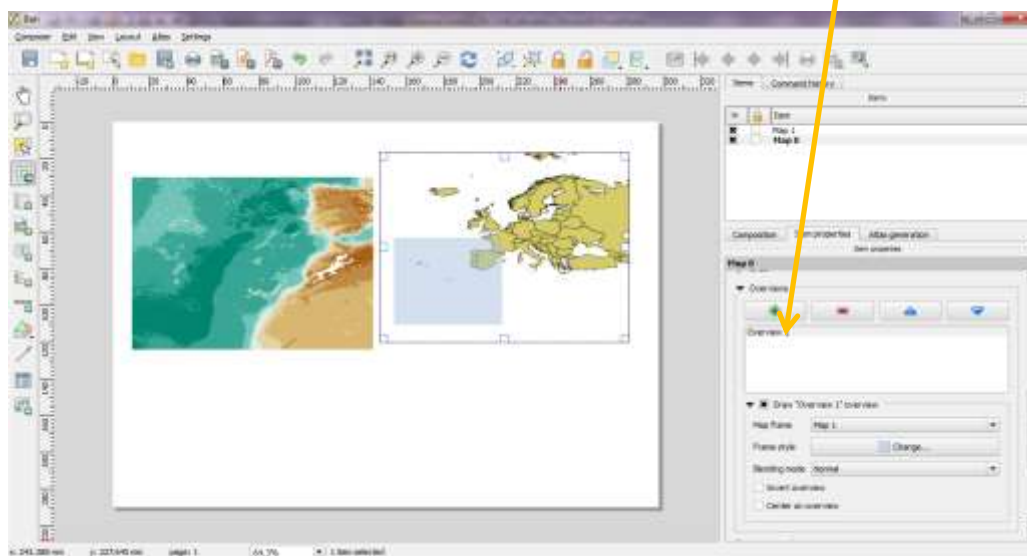
- Definir formato (e.g. A4)
- Desligar a visualização da batimetria no QGIS e adicionar primeiro o nosso mapa da Europa no *Print Composer: Layout > Add new map* → desenhar caixa no local pretendido
- Experimentar o *Layout > Move item* & *Layout > Move content*
- O zoom pode-se fazer com Ctrl+Scrol do rato OU nas *Item properties*
- “Lock” *Layers & Layer styles*



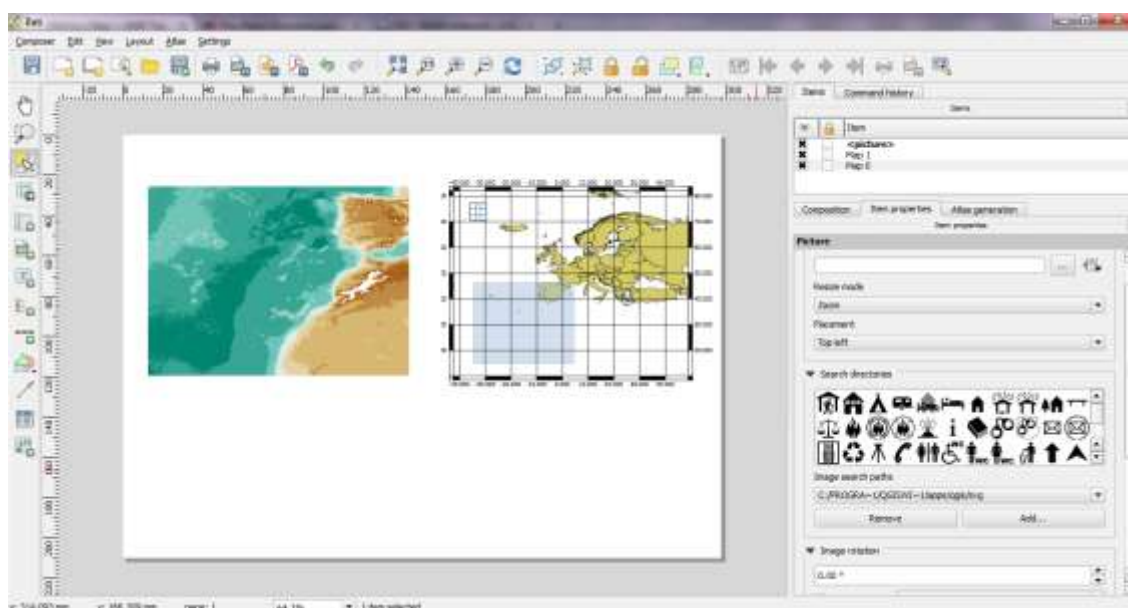
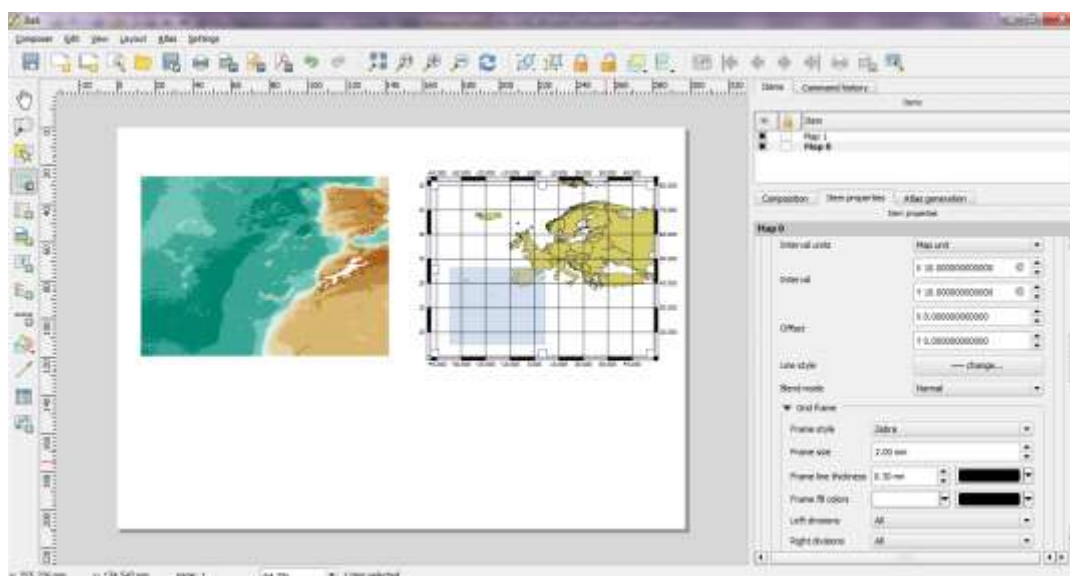
- No QGIS fazer zoom para a batimetria
- Voltar ao *Print composer* e adicionar o mapa de Batimetria: *Add map*
- Ficamos com 2 mapas no Layout



- No Map0, adicionar um novo *overview* em *Item Properties /Overviews*
- Map frame = Map1
- Escolha formato da caixa



- Adicionar a grelha de latitudes/longitudes EPSG 4326 com intervalos X e Y = 10
- Adicionar beira (*gridframe*) “zebra” e coordenadas (*Draw coordinates*)



- Adicionar a rosa de ventos com: *Layout > Add image* “Search directories” e escolher imagem
- Adicionar uma barra de escala: *Layout > Add scale bar*
- Definir e discriminar *map units* (°) nas *Properties*
- Adicionar título/legenda: *Layout > Add label*
- Adicionar Legenda: *Layout > Add legend ...*
- Exportar o produto final: *File > Export as image*

Software



- Descarregar versão *standalone* de 32 ou 64 bits, de acordo com o sistema operativo, no seguinte endereço:
<https://www.qgis.org/en/site/forusers/download.html>
- Instalar na pasta proposta: *C:\Program Files\QGIS Wien*
- No botão *Iniciar* deverá surgir a pasta de programas *QGIS Wien*
Normalmente utilizamos o *QGIS Desktop*
- Vários outros programas são acessíveis a partir do QGIS Desktop:
 - GRASS
 - Sextante
 - SAGA
 - GDAL



- <http://seadas.gsfc.nasa.gov/>
- Descarregar versão de 32 ou 64 bits, de acordo com o sistema operativo, no seguinte endereço:
<http://seadas.gsfc.nasa.gov/installers/>





- <http://www.unidata.ucar.edu/software/idv/index.html>
- Em <http://www.unidata.ucar.edu/software/idv/docs/userguide/Starting.html> seleccionamos IDV Installers.
- Fazer o registro no sistema
- Descarregar versão de 32 ou 64 bits, de acordo com o sistema operativo
- Instalar em: C:\Program Files\IDV_5.2
- Lançar o software



Bibliografia

Seelye Martin (2014) An Introduction to Ocean Remote Sensing. 2nd Edition. Cambridge University Press (opcional)

QGIS User Guide, disponível em: <http://docs.qgis.org/2.6/pdf/en/QGIS-2.6-UserGuide-en.pdf>