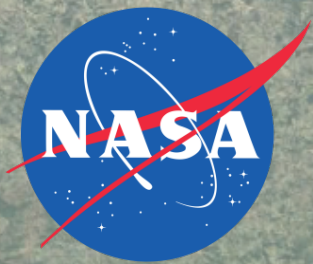


Monitoramento das Regiões Costeiras com Satélites

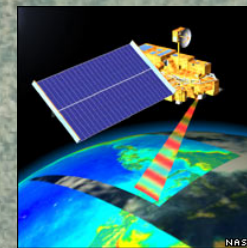
Uso da cor do oceano na avaliação dos processos biológicos, químicos, e parâmetros ambientais

Sergio Signorini, Jeremy Werdell, and Lachlan McKinna

Rio Webinar, 16 de Novembro, 2016



Tópicos desta Apresentação



O que é a “cor do oceano” e como se pode usá-la para detetar a presença de florações de fitoplâncton e matéria orgânica no oceano

O papel do fitoplâncton na ecologia marinha e no ciclo do carbono

As Baías de Chesapeake e Guanabara como exemplos de estudo

A visualização da descarga de efluentes na Baía de Guanabara usando imagens de satélite de alta resolução

Futuras missões de cor do oceano

Alguns conceitos fundamentais para entender o uso da cor do oceano pelo sensoriamento remoto em aplicações biológicas e qualidade d'água

O que é a "cor do oceano"?



A luz do sol é **BRANCA**.

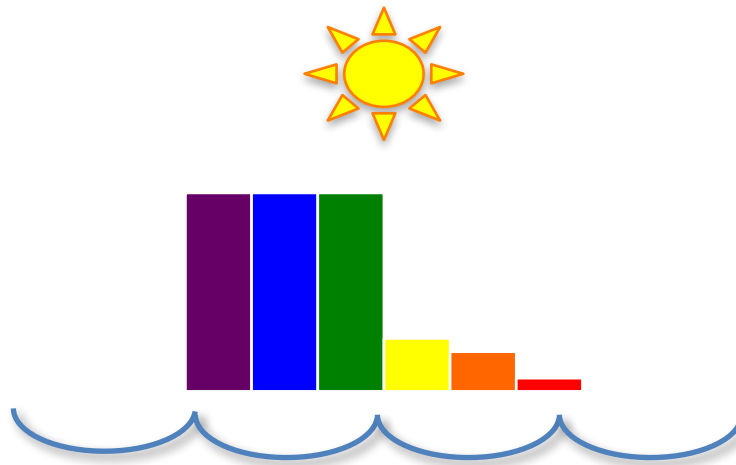
Se toda luz do sol fosse absorvida pelo oceano ele pareceria **NEGRO**.

Se toda luz do sol fosse refletida pelo oceano, ele pareceria **BRANCO**.

A absorção e reflexão da luz solar depende do tipo e concentração do material contido na coluna d'água.

Portanto, o que existe na coluna d'água determina a **COR** do oceano.

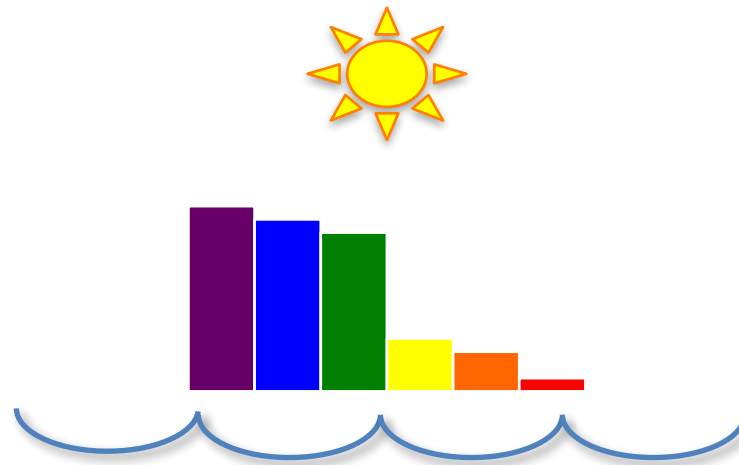
O que é a "cor do oceano"?



As moléculas d'água
absorvem a luz
VERMELHA.

Se o oceano tivesse
só moléculas d'água,
ele pareceria bem
AZUL.

O que é a “cor do oceano”?



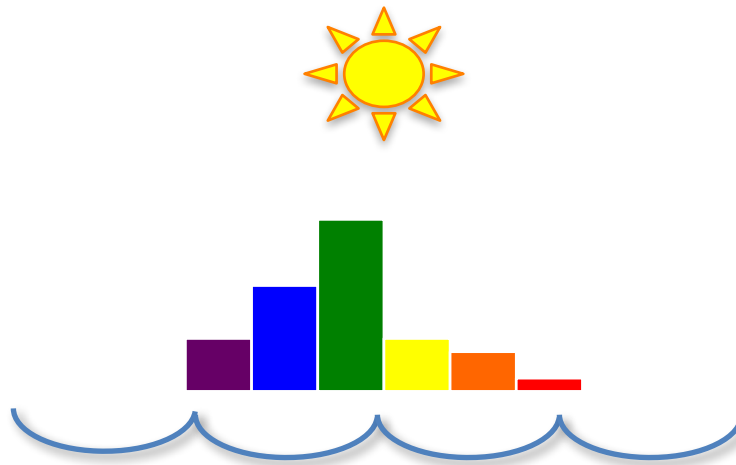
As moléculas d'água absorvem a luz **VERMELHA**.

Se o oceano tivesse só moléculas d'água, ele pareceria bem **AZUL**.

O fitoplâncton absorve a luz **AZUL**.

Com uma pequena quantidade de fitoplâncton, o oceano ainda parece **AZUL**.

O que é a “cor do oceano”?



As moléculas d'água absorvem a luz **VERMELHA**.

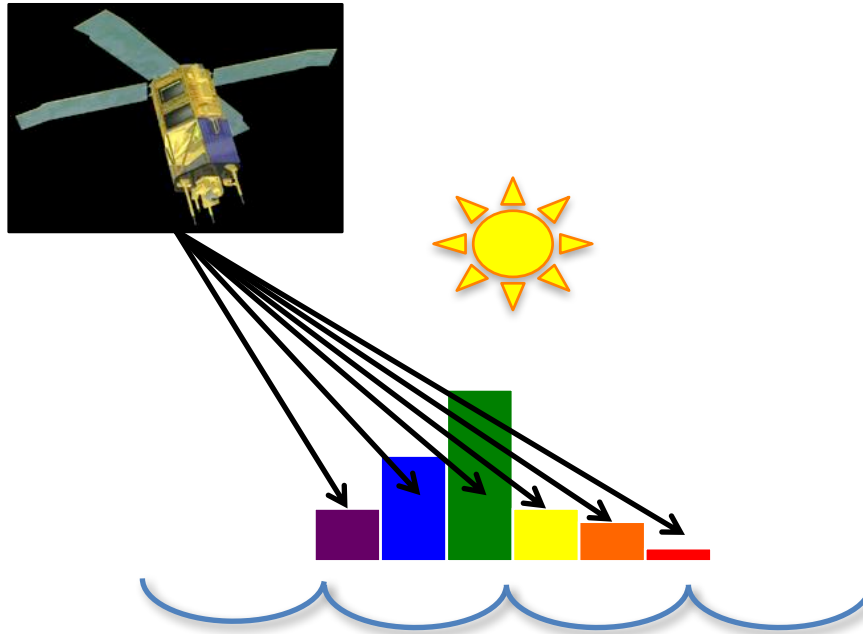
Se o oceano tivesse só moléculas d'água, ele pareceria bem **AZUL**.

O fitoplâncton absorve a luz **AZUL**.

Com uma grande quantidade de fitoplâncton, o oceano parece **VERDE**.

As algas de células grandes e os sedimentos também podem **refletir** a luz dentro da água para o ar.

O que é a “cor do oceano”?



O sensor do satélite “encherga” a luz refletida pelo oceano.

Algoritmos usam os dados do espectro obtidos pelo sensor do satélite para obter as concentrações da clorofila fitoplânctonica, carbonono orgânico particulado e dissolvido, transparência d’água, etc.

As moléculas d’água absorvem a luz **VERMELHA**.

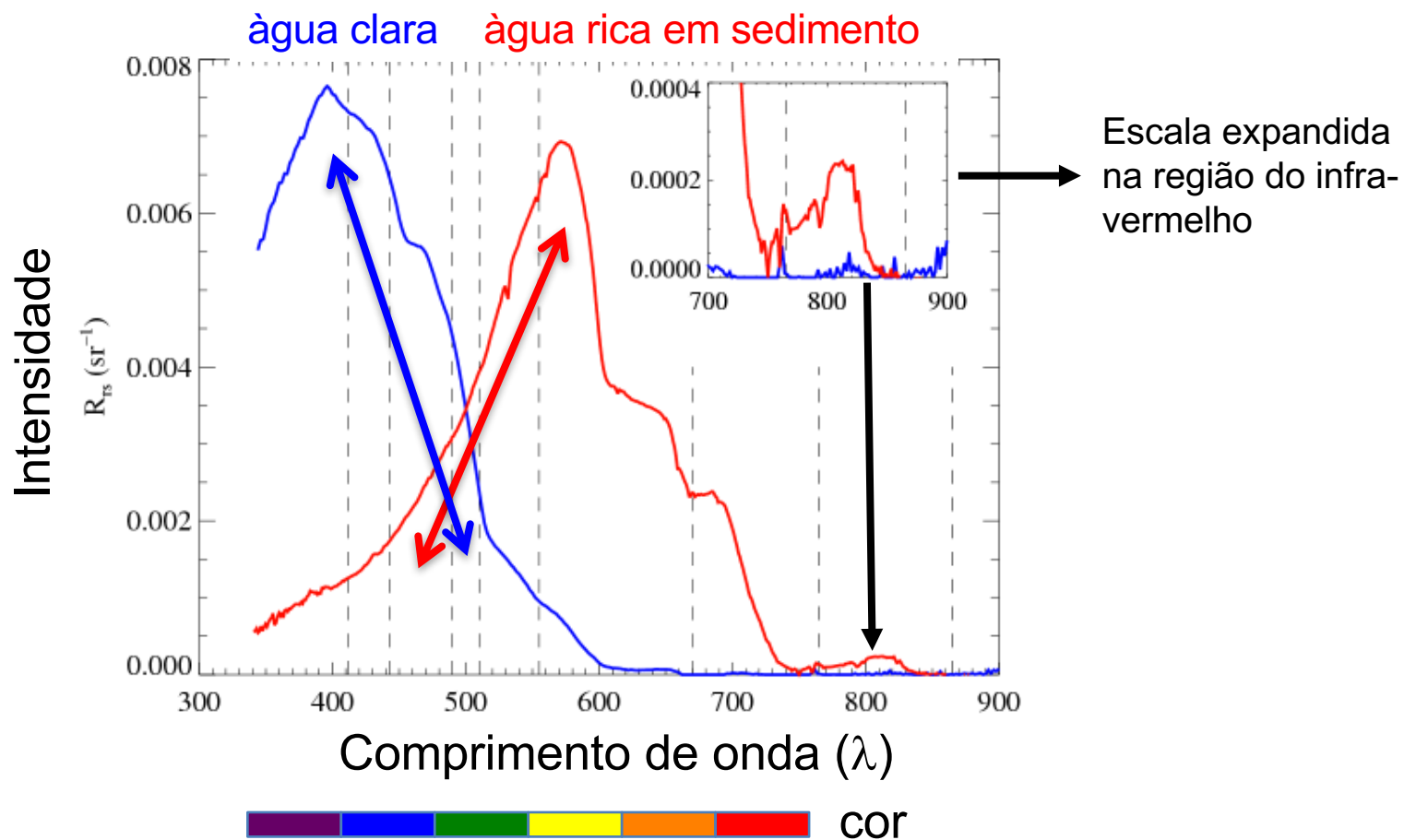
Se o oceano tivesse só moléculas d’água, ele pareceria bem **AZUL**.

O fitoplâncton absorve a luz **AZUL**.

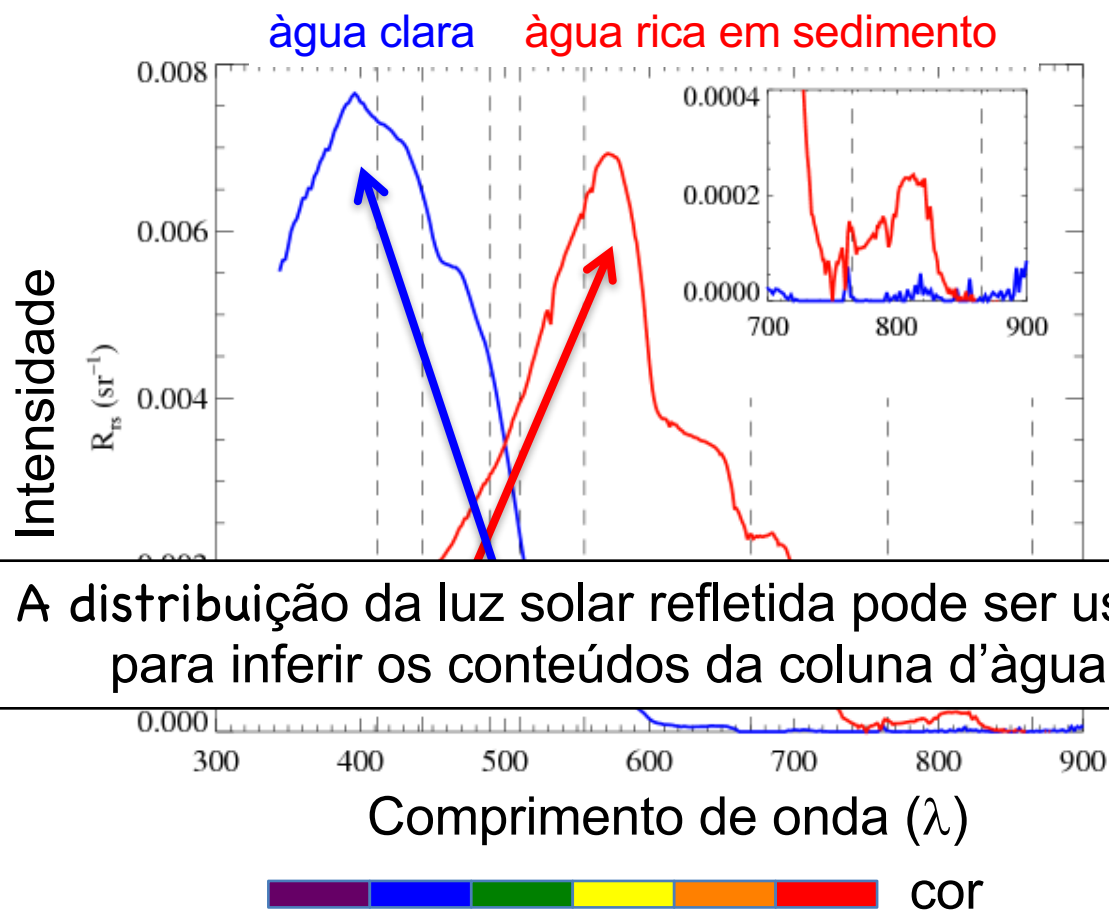
Com uma grande quantidade de fitoplâncton, o oceano parece **VERDE**.

As algas de células grandes e os sedimentos também podem **refletir** a luz dentro da água para o ar.

Os conteúdos da coluna d'água mudam a distribuição espectral da luz refletida



Os conteúdos da coluna d'água mudam a distribuição espectral da luz refletida



O fitoplâncton existe numa variedade de formas e tamanhos

Alguns fatos importantes relacionados com o fitoplâncton:

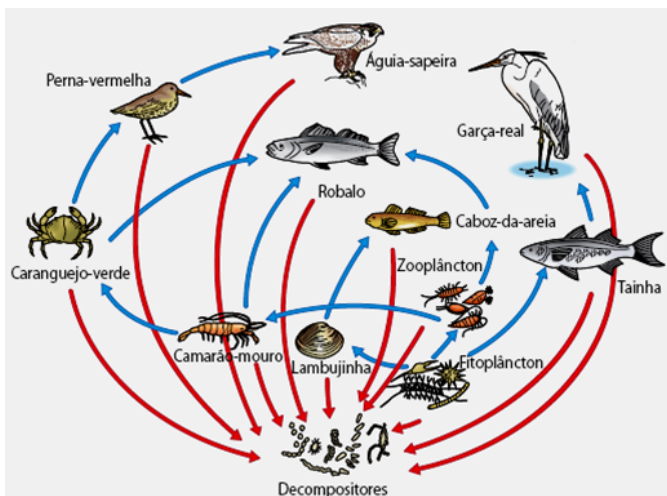
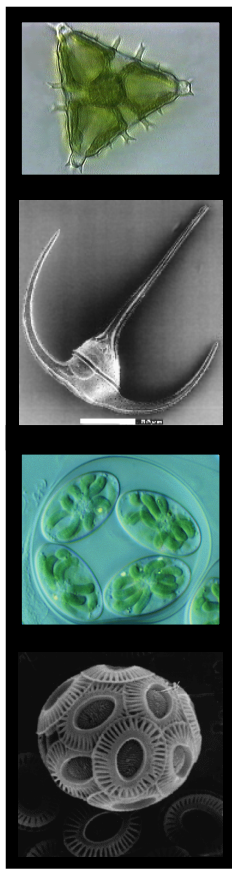
O fitoplâncton representa a base da teia alimentar marinha, tendo uma grande influência na ecologia do ecossistema

Semelhante à vegetação terrestre, o fitoplâncton necessita de luz, água, CO_2 , e nutrientes para o seu crescimento, ou seja, a fotossíntese

A forma e distribuição do fitoplâncton estão relacionadas com processos físicos e químicos

O fitoplâncton tem uma função muito importante no ciclo global do carbono e oxigênio :

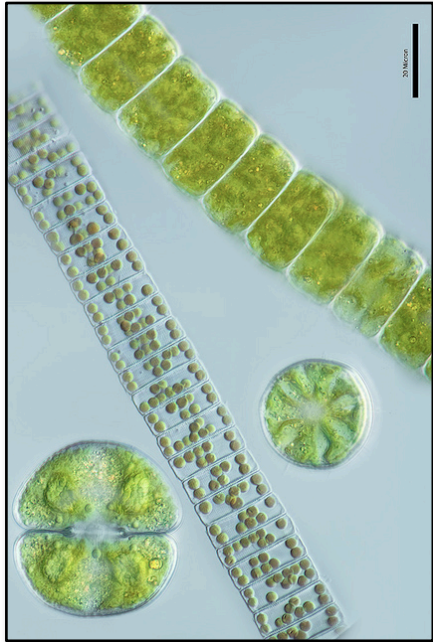
- Constituem < 1% da biomassa das plantas terrestres
- Responsáveis pela fixação de 100 milhões de toneladas de carbono por dia
- Taxa de rotatividade da população global em cada 2 a 6 dias
- Através da fotossíntese, produzem metade do oxigênio do mundo, o qual respiramos
- Constituem >99% de todo carbono orgânico nos sedimentos marinhos



Diatomáceas

Com diâmetro ou comprimento de 20 a 200 µm

Algumas formam cadeias

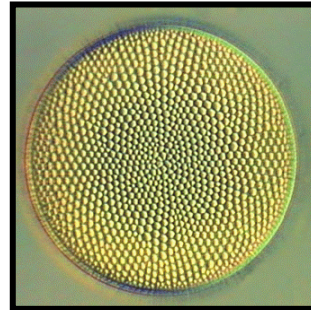


pennate



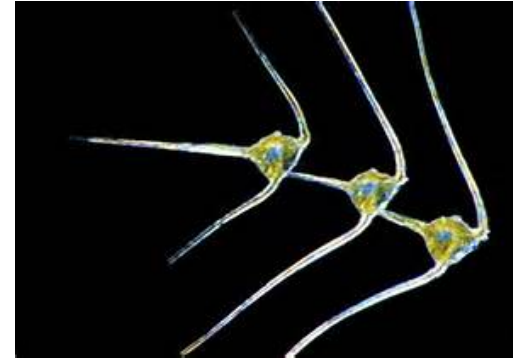
Fitoplâncton
"sob o microscópio"
Todas as formas e tamanhos

centric

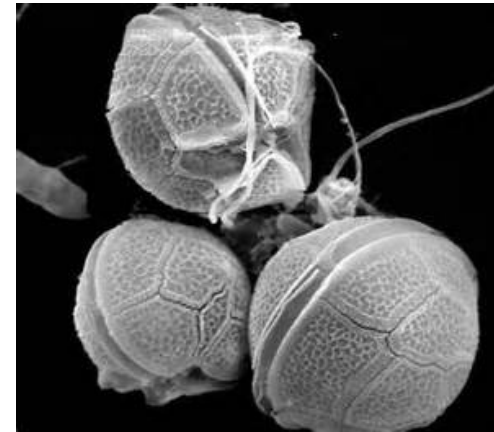


Dinoflagelados

5-2000 µm em tamanho, alguns formam
florações tóxicas (maré vermelha)



ceratium

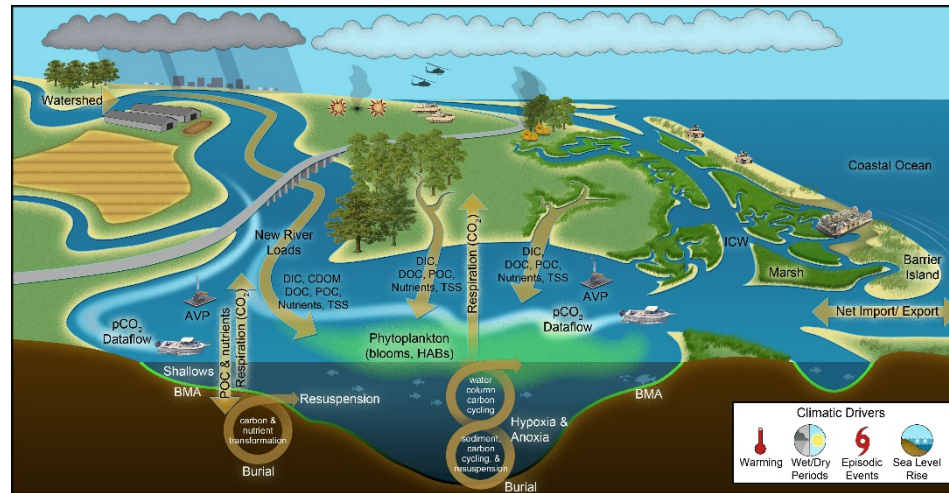


peridinium

protists



Pressões nos ecossistemas costeiros marinhos



Aumento da população humana e uso da terra

- * descargas de esgoto e águas residuais
- * fertilizantes urbanos
- * fertilizantes agrícolas e industriais
- * poluição do ar

Poluição
de
Nutrientes

Efeitos na produção pesqueira

- * pesca em excesso
- * doenças dos peixes
- * espécies exóticas invasoras

Fatores naturais

- * aumento de temperaturas
- * tempestades intensas
- * mudanças extremas na descarga de água doce
- * aumento do nível do mar

Exemplo: Baía de Chesapeake
Fertilização de nutrientes e a hipóxia (baixo teor de oxigênio)



Baia de Chesapeake

Estuário influenciado pela maré com topografia de fundo em forma de canoa

descarga dos rios + circulação estuarina + geomorfologia = estratificação vertical intensa + alto tempo de residência dos nutrientes

> 85% da água doce se origina de tres rios, o Susquehanna, Potomac, e James

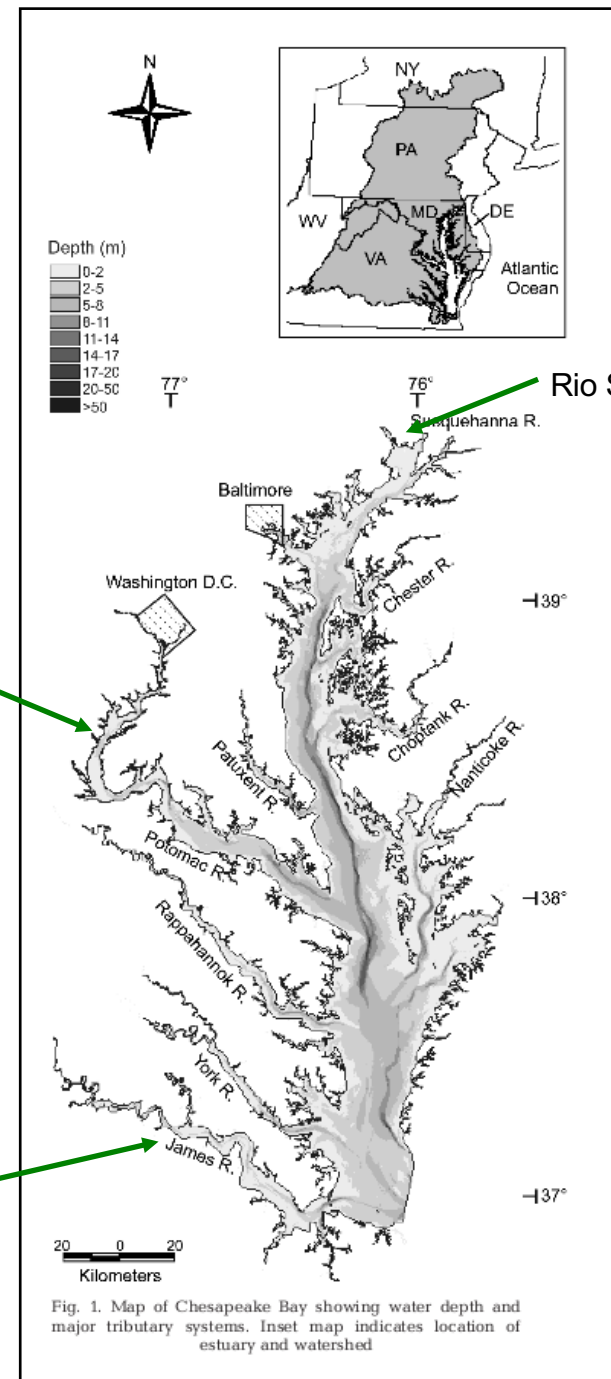
55-70% dos nutrientes originam-se do Rio Susquehanna

(Kemp et al. 2005, MEPS)

Rio Potomac

Rio James

A bacia hidrográfica consiste de vários Estados



Uma previsão para a Baía de Chesapeake



Contents lists available at ScienceDirect

Estuarine, Coastal and Shelf Science

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ecss



Invited feature

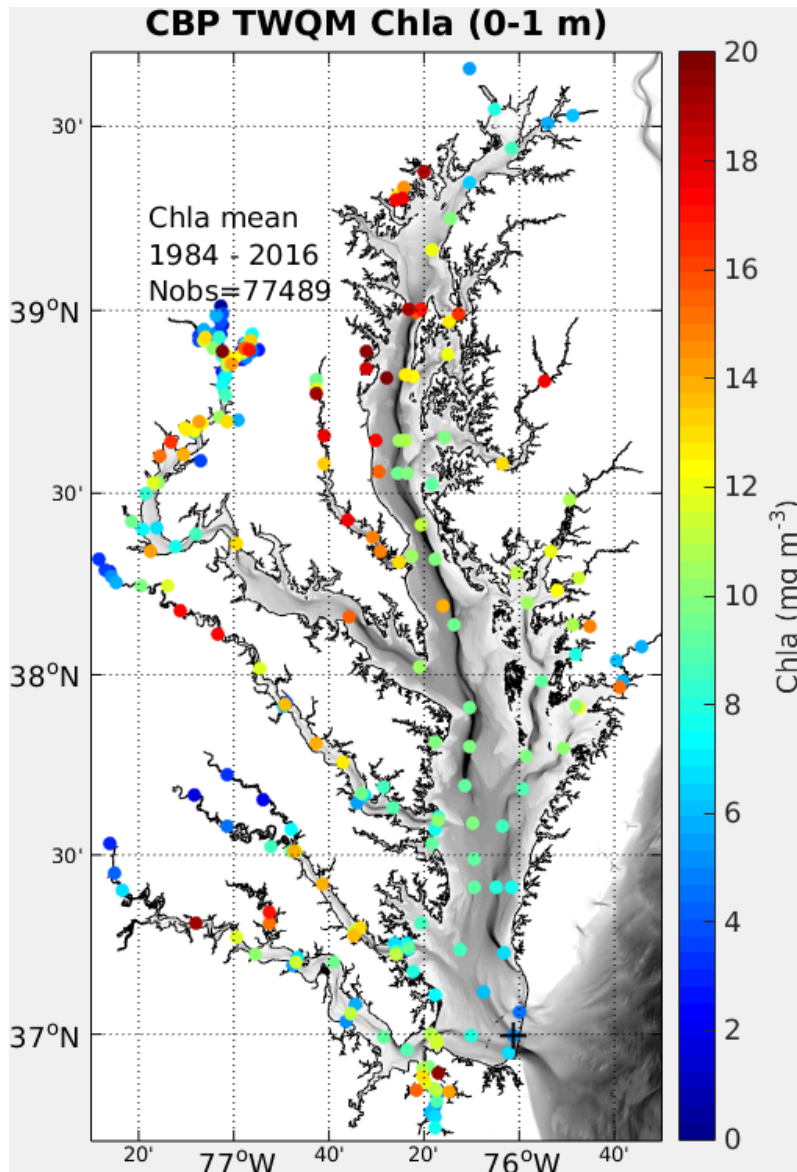
Potential climate-change impacts on the Chesapeake Bay

Raymond G. Najjar^{a,*}, Christopher R. Pyke^b, Mary Beth Adams^c, Denise Breitburg^d, Carl Hershner^e, Michael Kemp^f, Robert Howarth^g, Margaret R. Mulholland^h, Michael Paolissoⁱ, David Secor^j, Kevin Sellner^k, Denice Wardrop^l, Robert Wood^m

Aumento do CO₂, nível do mar, temperaturas, e chuva poderia ...

- (1) Aumentar inundações costeiras
- (2) Estimular a floração de algas daninhas (maré vermelha)
- (3) Aumentar a hipóxia
- (4) Redução das gramas marinhas
- (5) Alteração das interações da teia alimentar

Os satélites podem ajudar o monitoramento das bacias hidrográficas



<http://www.chesapeakebay.net>

Dados coletados desde 1984
12-16 cruzeiros oceanográficos
por ano

Númeras estações de coleta (veja
mapa da clorofila à esquerda)

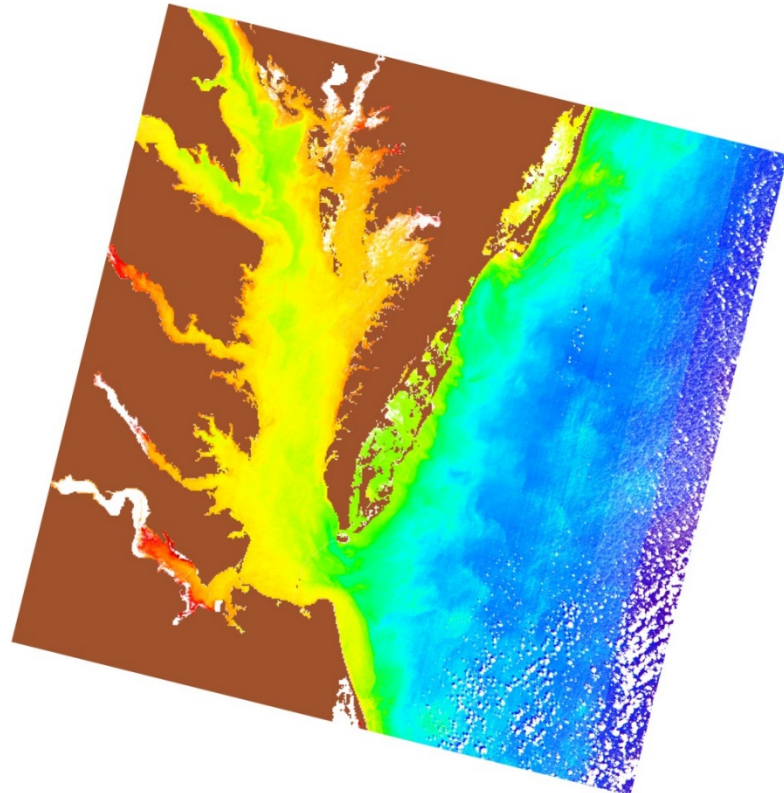
Medidas hidrográficas
Biomassa das algas
Clareza da água
Oxigênio
Nutrientes
Carbono e nitrogênio orgânico

Imagens de satélites podem ajudar ...

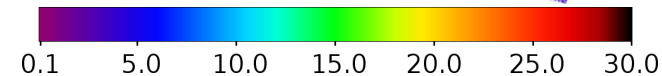
Composição colorida do Landsat 8 (res=30m)
28 de Fevereiro, 2014



Clorofila (mg/m³) do Landsat 8 (res=30m)
28 de Fevereiro, 2014



Descarga de sedimentos+clorofila+carbonono orgânico

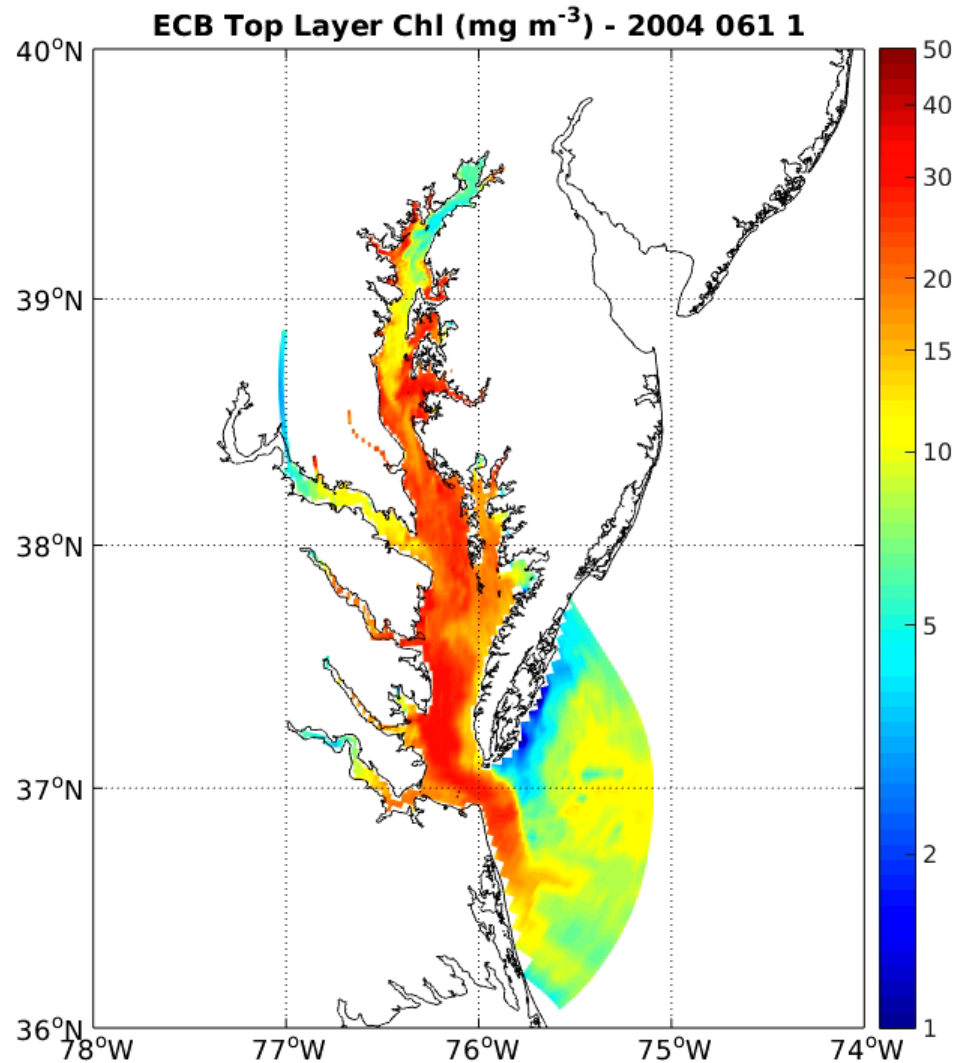


- ❑ Apesar do monitoramento detalhado da Baía com a coleta de dados de campo, as imagens e produtos derivados dos satélites podem ajudar muito nos estudos das condições ambientais.
- ❑ Parte dos dados de campo podem ser usados na avaliação dos algoritmos.
- ❑ As imagens de satélite também podem ajudar no planejamento da coleta de dados de campo.

Clorofila de Superfície na Baía de Chesapeake

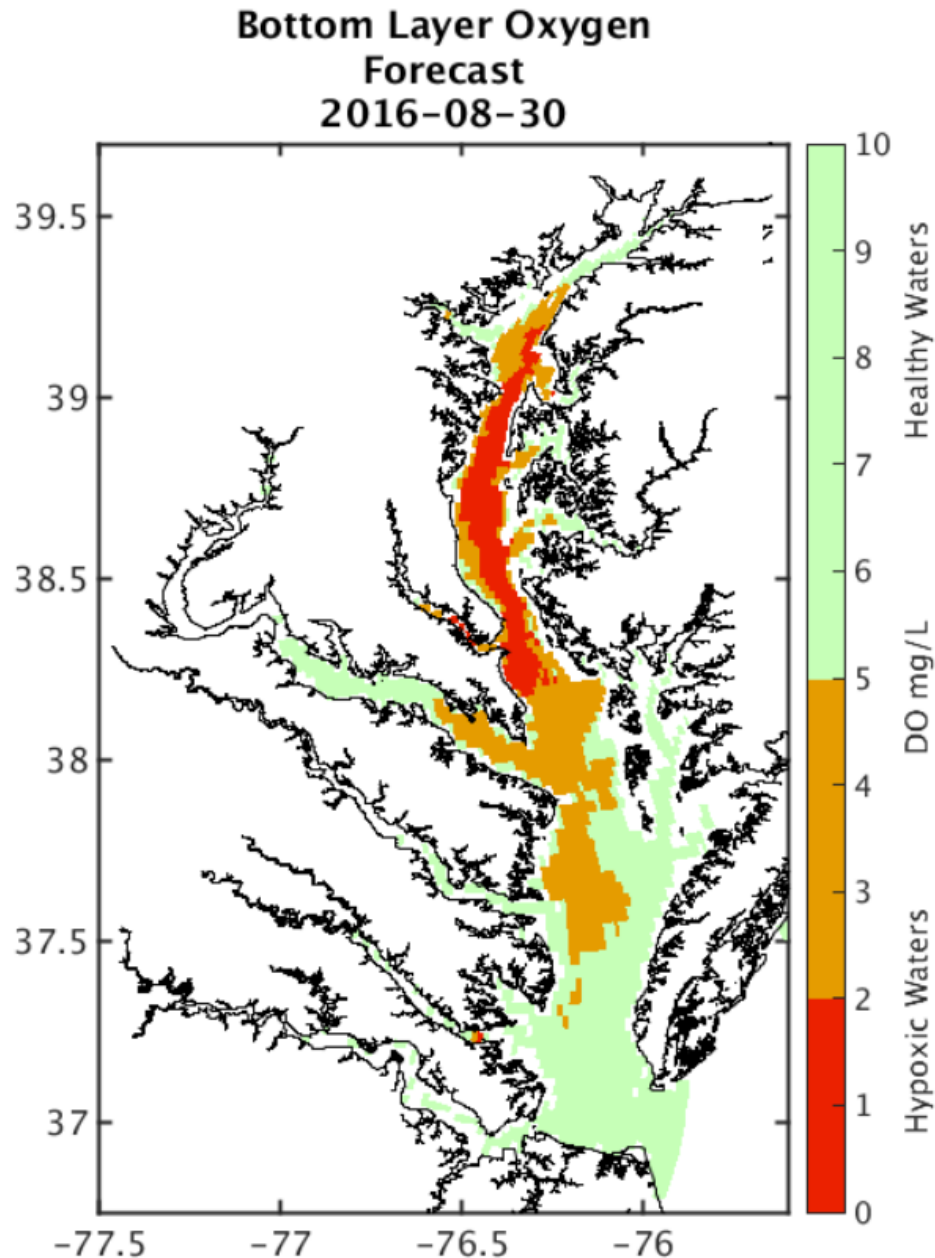
(Vídeo horário – 1-10 de Março de 2004)

Avaliados com dados de campo e de satélites, modelos numéricos podem ajudar na investigação dos processos físicos e químicos em estuários



A Hipóxia na Baía de Chesapeake – Modelo de Previsão

(Descarga de nitrogênio pelos rios → eutrofização → hipóxia)



Interpretação do mapa:

Verde → Oxigênio (O_2) elevado
= Condições ideais das águas de fundo
= muitos peixes e caranguejos no fundo

Laranja → O_2 baixo a moderado
= Condições menos ideais das águas de fundo
= menos peixes e caranguejos no fundo

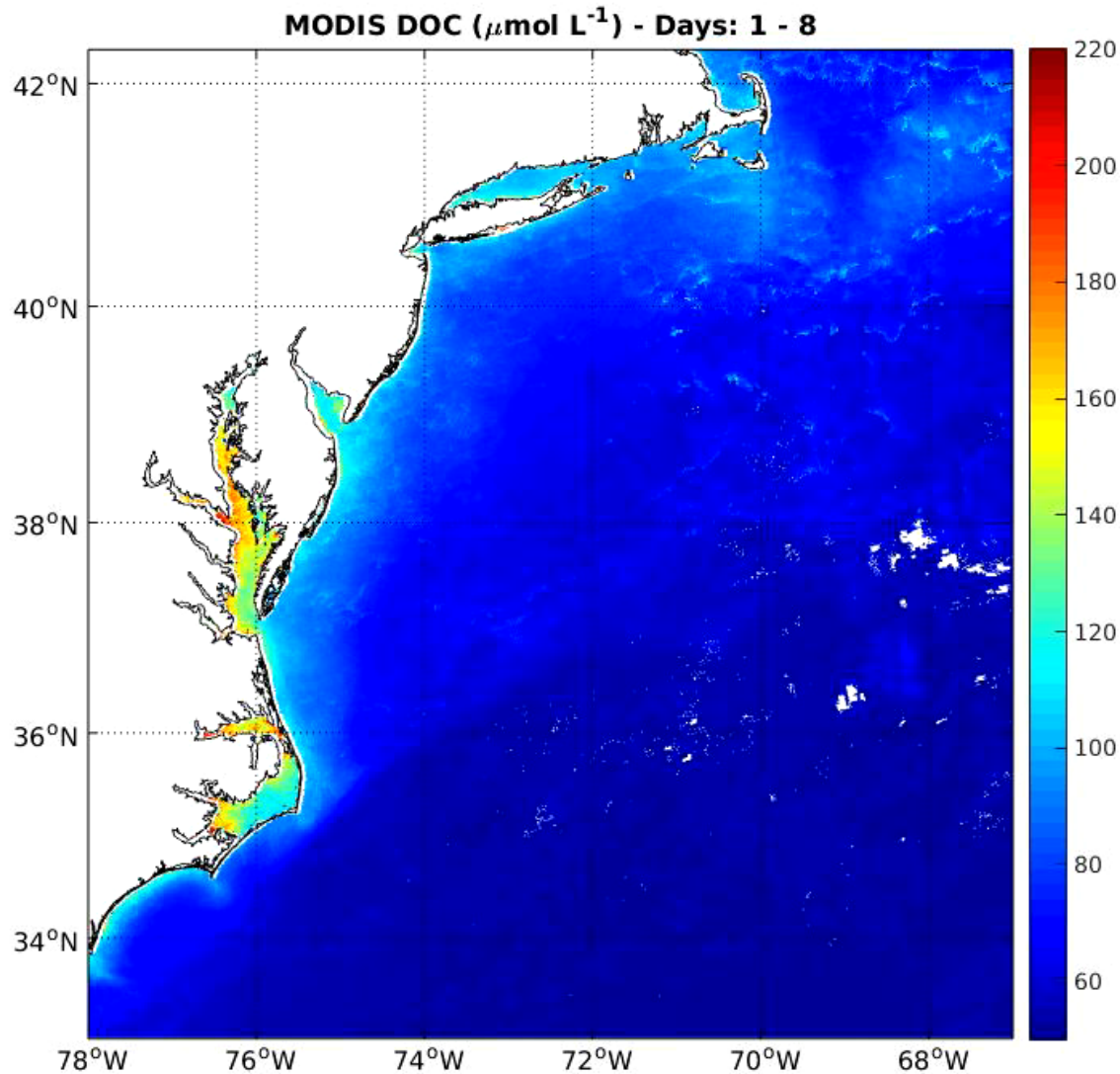
Vermelho → O_2 muito baixo
= Condições precárias das águas de fundo
= Ausência de peixes e caranguejos no fundo

Forecasts displayed at the Virginia Institute of Marine Science Hypoxia Forecast Tool webpage, were produced by a three-dimensional numerical model being run as part of the Estuarine Hypoxia component of the US IOOS Coastal and Ocean Modeling Testbed (COMT), See also:

<http://www.ioos.noaa.gov/modeling/testbed.html>

Carbono Orgânico Dissolvido Obtido pelo Sensor MODIS no Satélite Aqua

Vídeo da Composição Climatológica de 8 Dias (2003-2014)



Estuários exportam nutrientes e carbono para as regiões costeiras adjacentes e da plataforma continental

Estuários fazem uma parte importante no ciclo do carbono costeiro

Visualização da Distribuição de Clorofila na Região Costeira e no Interior da Baía de Guanabara

Imagens de clorofila do MODIS Aqua (res=1km) na plataforma continental

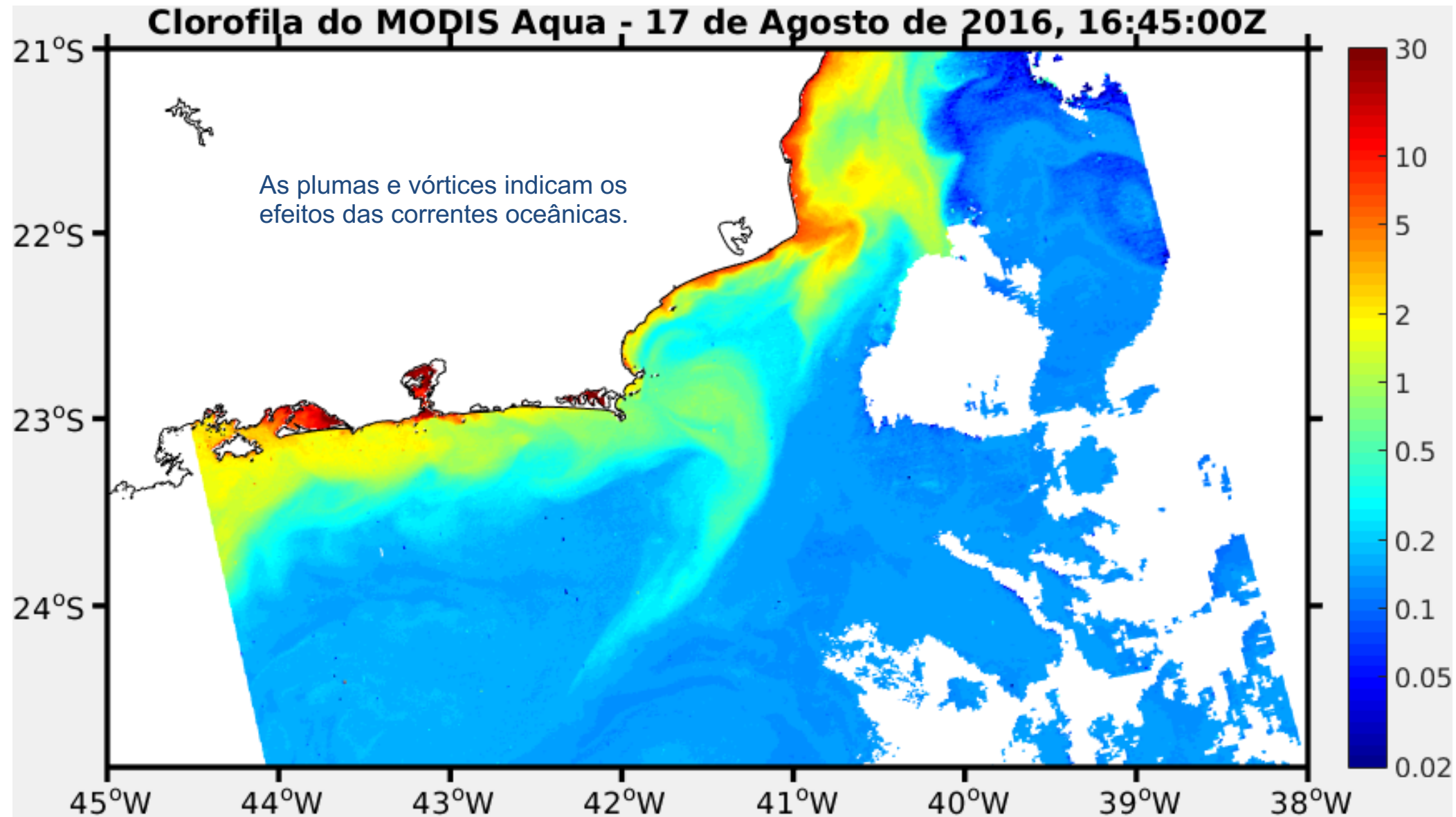
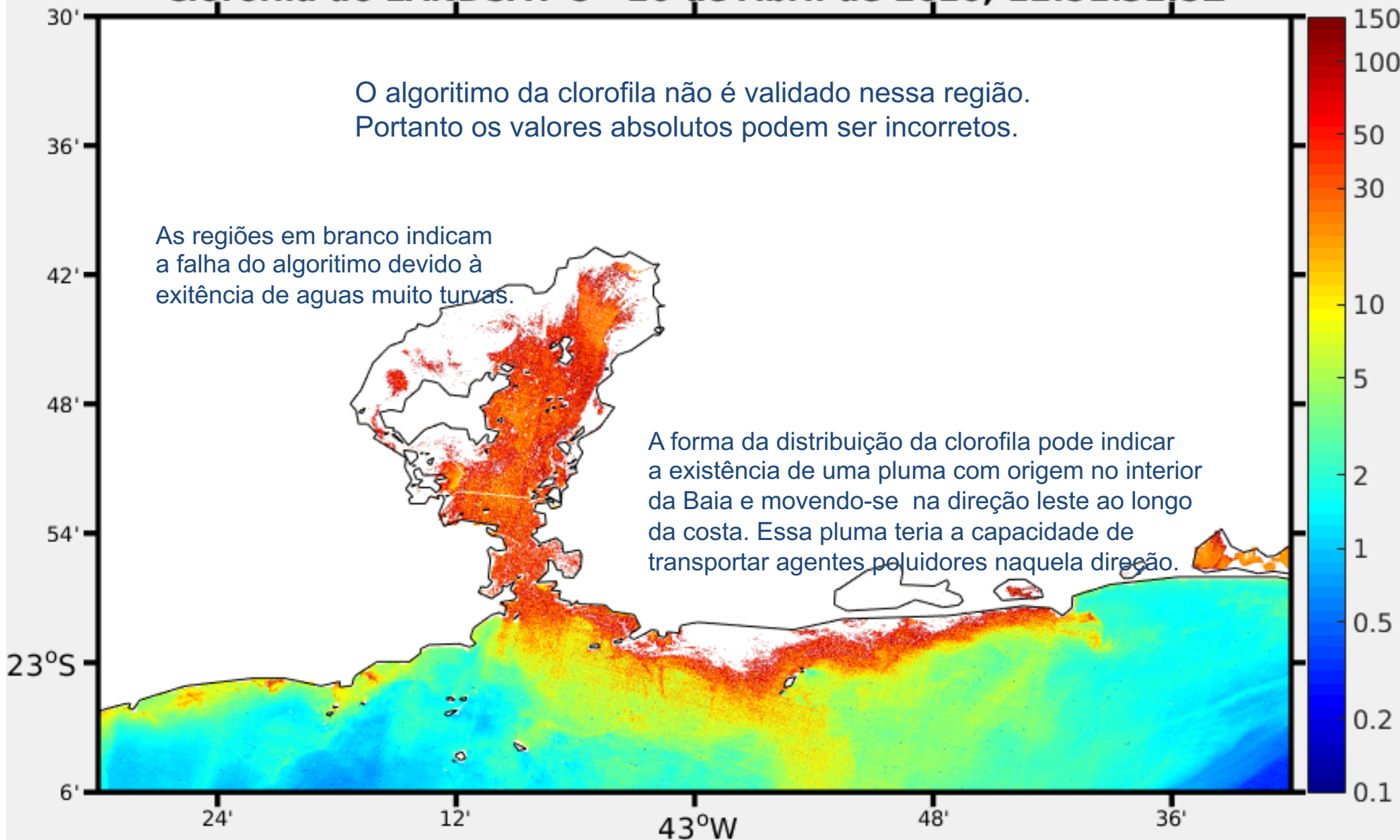


Imagem de concentração da clorofila do Landsat-8 (res=30m) no interior da Baía de Guanabara e região costeira adjacente

Clorofila do LANDSAT-8 - 20 de Abril de 2016, 12:51:32,5Z



Composição colorida (RGB) da Baía de Guanabara e regiões adjacentes
obtidas pelo Landsat-8 (res=30m) no dia 20 de Abril de 2016



A mesma imagem em escala mais detalhada da Baía de Guanabara



Futuras Missões de Cor do Oceano da NASA



Satélite para medidas globais da ecologia oceânica, aerossóis, e nuvens (Lançamento em 2022/2023)

- Faixa de comprimento de ondas – contínua desde ultravioleta até perto do infravermelho: vai cobrir características espectrais importantes do oceano



- Resolução espectral – 5 nm de resolução para separar constituintes, caracterizar comunidades fitoplânctônicas, e estressores ambientais

Geostationary Coastal and Air Pollution Events



Irá fornecer as primeiras observações em alta resolução temporal e espacial de uma órbita geo-estacionária (36,000 km de altitude) para resolver a evolução diurna (1/hora) da qualidade do ar na América do Norte e a cor do oceano. Também irá possuir um sensor infra-vermelho termal.

(Ainda não há data de lançamento – esperando autorização de verba)



Muito Obrigado!



Painting by John Barber (johnbarberart.com)