

Oral

Oceanografia Biológica - Plancton - Fitoplancton

## 1.4.416 - CARACTERIZAÇÃO DO BLOOM ANUAL DA CONCENTRAÇÃO DE CLOROFILA- NA BACIA DE SANTOS E NA ESTAÇÃO ANTARES-UBATUBA

FABIO DALL CORTIVO, MILTON KAMPEL

Contato: FABIO DALL CORTIVO - FABIO.DALLCORTIVO@GMAIL.COM

*Palavras-chave: Cor do oceano, MODIS-Aqua, fitoplâncton, clorofila-a, costa sudeste brasileira*

### INTRODUÇÃO

O ciclo sazonal do crescimento fitoplanctônico é um fator chave da bomba biológica do carbono e da transferência de energia para níveis tróficos mais altos (HENSON et al., 2009). Neste trabalho utilizamos séries temporais, com composição de 8 dias, da concentração de clorofila-a na superfície do mar (CSM) estimada por satélite, no período de junho de 2002 até maio de 2017, para investigar a fenologia da floração (bloom) do fitoplâncton na Baía de Santos e em uma estação-fixa de monitoramento costeiro ANATARES-UBATUBA. A Baía de Santos é aqui delimitada pelas coordenadas 22,6781°S-27,8747°S; 40,1915°O-48,6874°O e dividida nos domínios de plataforma e de talude pela isóbata de 200 m. A estação-fixa ANATARES-UBATUBA está localizada no litoral norte de São Paulo, nas coordenadas 23,61°S-44,97°O, sobre a isóbata de ~40 m. Foi utilizada uma função Gaussiana, a fim de representar a variabilidade temporal da CSM, com a finalidade de se determinar o timing e a magnitude do bloom anual do fitoplâncton na Baía de Santos e na estação-fixa ANATARES-UBATUBA. O bloom anual é caracterizado neste trabalho como o acúmulo de biomassa fitoplanctônica indexado pela concentração de clorofila-a. Foram determinados também, o início e fim dos respectivos blooms. Esta abordagem exemplifica uma aplicação de sensoriamento remoto da cor do oceano útil ao monitoramento ambiental do ecossistema pelágico da região de interesse.

### METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do trabalho foram adquiridas as imagens do sensor orbital MODIS-Aqua em nível L3, com resolução espacial de 4km e composição temporal de 8 dias, obtidas do Ocean Biology Processing Group, da NASA. O período considerado foi desde o lançamento do sensor, julho de 2002, até 31 de maio de 2017. As concentrações de clorofila-a foram estimadas com o emprego da versão mais recente do algoritmo padrão da NASA, que integra a razão de bandas OC3M com o índice de cor proposto por Hu et al (2012). Foram extraídos os valores médios de CSM para os domínios de plataforma e talude da Baía de Santos e de uma janela de 3x3 pixels centrados nas coordenadas da estação-fixa

ANTARES-UBATUBA. Dessa forma, foram obtidas 3 séries temporais: uma série para o domínio de plataforma; outra série para o domínio do talude e, por fim, a série referente à estação ANATARES-UBATUBA. Para cada uma destas séries temporais foi gerada a série climatológica com composição de 8 dias para a CSM. Sendo assim, obtivemos 3 “novas” séries com 46 valores médios de clorofila-a, ie., um valor para cada semana de 8 dias. No passo seguinte foi feito ajuste de mínimos quadrados, levando em conta uma função gaussiana, para cada uma das séries, a fim de se obter aquela curva gaussiana que melhor se ajusta aos valores da CSM ao longo das 46 semanas. A função adotada para o ajuste de mínimos quadrados é expressa pela equação  $chl(x) = chl0 + h * \exp(-((x-m)*(x-m))/(s*s))$ , em que x é a variável que representa as semanas, chl0 é a linha de base da concentração de clorofila, h é a altura do pico, m é a semana em que ocorre o valor máximo da CSM e s é o desvio padrão. Por fim, para cada uma das séries climatológicas extraídas, das imagens MODIS-AQUA, foi calculado o valor médio e acrescidos 10% a fim de se ter um limiar para identificar a semana de início e de fim do bloom.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da modelagem nos mostraram que o valor máximo da CSM para o domínio de plataforma (0,99 mg/m<sup>3</sup>) e para a estação-fixa ANATARES-UBATUBA (1,14 mg/m<sup>3</sup>) ocorre na semana dos dias 05/08 a 12/08 e para a porção do talude este valor máximo (0,21 mg/m<sup>3</sup>) ocorre na semana dos dias 28/07 a 04/08. A semana de início do bloom, ou seja, quando o valor da CSM supera o valor médio em 10%, ocorreu na semana dos dias 02/06 a 09/06 tanto para o domínio da plataforma quanto para a estação ANATARES-UBATUBA. Já para a região do talude esse início se deu na semana dos dias 25/05 a 01/06. A semana de fim, ie., quando a CSM passa a ser inferior ao valor médio acrescido de 10%, ocorreu na semana dos dias 08/10 a 15/10 para a estação ANATARES-UBATUBA e na semana dos dias 30/09 a 07/10 para os domínios de plataforma e talude. Como esperado, os resultados da modelagem utilizada mostram que a semana de início do bloom e a semana em que ocorre o valor

máximo da CSM coincidem para a região da plataforma e para a estação ANATARES-UBATUBA. A duração do bloom tanto para a estação ANATARES-UBATUBA, quanto para o talude foi de 17 semanas e 16 semanas para a plataforma. Porém, em todas as regiões o valor máximo da CSM se deu na oitava semana após o início da floração. De acordo com Dandonneau et al (2004) a CSM geralmente responde ao ciclo sazonal da energia solar que influencia fortemente o timing, a intensidade do fluxo vertical de nutrientes e a estabilidade vertical. Esses autores mostraram que no Pacífico Sul, o pico do bloom se dá no inverno, nas latitudes de 20oS (julho) e 40oS (agosto). Segundo Henson et al. (2009) o início do bloom na região subtropical do Atlântico Norte ocorre no inverno. De acordo com Kahru et al (2011) o pico do bloom entre 20oN-30oN no Atlântico Norte, ocorre no inverno (fevereiro). Em sistemas de latitudes mais baixas, o bloom é iniciado em condição de menor estabilidade vertical da coluna de água permitindo que nutrientes de camadas mais profundas possam fertilizar as águas permanentemente quentes e pobres da camada de mistura. Outras observações apontam diferentes mecanismos com papel importante na estratificação da coluna de água, com influência sobre o bloom. Por exemplo, o runoff fluvial e a precipitação podem, também, contribuir para a estratificação da camada superior do oceano e iniciar o bloom.

## CONCLUSÃO

O estudo da variabilidade espaço-temporal da dinâmica das águas costeiras e oceânicas na Bacia de Santos é importante para a caracterização ambiental e monitoramento das mudanças geradas por tensores climáticos e antropogênicos na região. O emprego de uma função gaussiana para representar a variabilidade

temporal da CSM permite sintetizar a dinâmica do processo de floração fitoplanctônica. Esta abordagem facilita a análise da resposta aos forçantes físicos em diferentes escalas. Esta parametrização permite examinar variações interanuais na sazonalidade da CSM. Entretanto, limitou-se aqui a analisar o padrão médio calculado para o período de estudo considerado, comparando-se os domínios de plataforma e talude.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DANDONNEAU, Y. et al (2004). Seasonal and interannual variability of ocean color and composition of phytoplankton communities in the North Atlantic, equatorial Pacific and South Pacific. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 51(1–3): 303-318;

HENSON, S.A. et al (2009), Decadal variability in North Atlantic phytoplankton blooms. *Journal of Geophysical Research*, 114(C04013);

Hu, C. et al (2012), Chlorophyll-a algorithms for oligotrophic oceans: A novel approach based on three-band reflectance difference. *Journal of Geophysical Research*, 117(C1). doi: 10.1029/2011jc007395;

KAHRU, M. et al (2011), Are phytoplankton blooms occurring earlier in the Arctic *Global Change Biology*, 17:1733–1739.

## FONTE FINANCIADORA

PCI/MCTI – CNPq projeto número 300123/2017-5.

Este trabalho foi parcialmente financiado pelo projeto CRN3094 do Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) suportado pela US National Science Foundation (Grant GEO-1128040).