

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/43652833>

# Análise por wavelets de séries temporais de clorofila estimada por satélite na região da Bacia de Campos, RJ

## Article

Source: OAI

CITATIONS

0

READS

24

4 authors, including:



**M. Kampel**

National Institute for Space Research, Brazil

**170** PUBLICATIONS **510** CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Joao A. Lorenzetti**

National Institute for Space Research, Brazil

**191** PUBLICATIONS **1,225** CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Applications of SAR Polarimetry to ocean monitoring [View project](#)



FITOSAT - Monitoramento de Ocorrências Ambientais na Bacia de Campos com Sensores Remotos e Dados de Campo [View project](#)

## ANÁLISE POR WAVELETS DE SÉRIES TEMPORAIS DE CLOROFILA ESTIMADA POR SATÉLITE NA REGIÃO DA BACIA DE CAMPOS, RJ

Kampel<sup>1</sup>, M.; Lorenzetti<sup>1</sup>, J. A.; Bentz<sup>2</sup>, C. M.; Rudorff<sup>1</sup>, F. M.

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Av. dos Astronautas, 1758, SJC, SP, 12227-010 {milton,loren,fmr}@dsr.inpe.br  
<sup>2</sup>Centro de Pesquisas da PETROBRAS, Cidade Universitária, Q.7, I.Fundão, RJ, RJ, 21949-900 {cris}@petrobras.com.br

### RESUMO

Séries temporais de clorofila estimada por satélite da região da Bacia de Campos foram geradas e analisadas pela técnica de *wavelets*, no período 1998-2006. Os máximos de clorofila ocorreram no período de final de inverno a começo da primavera. Possíveis explicações para este padrão foram discutidas. As áreas costeiras se destacam por valores relativamente mais altos em relação às áreas mais oceânicas, talvez devido ao efeito de ressurgências presentes nesta região. O sinal anual, mostrado nos escalogramas de ondaletas das médias semanais, é predominante em toda a área analisada, ainda que tenha diminuído ao longo do período de estudo. Com relação às séries de anomalias, foram observados pulsos de variabilidade tanto em frequências mais altas como em mais baixas. As máximas anomalias ocorreram no período 2002-2003.

**Palavras chave:** Sensoriamento remoto da cor do oceano, margem continental sudeste brasileira, variabilidade temporal.

### INTRODUÇÃO

O monitoramento e o estudo de florações de algas no oceano constituem tarefas difíceis de serem realizadas somente por técnicas convencionais *in situ*. Estes eventos não são facilmente antecipados e suas ocorrências se dão na forma de manchas isoladas, geralmente em formas de fitas. As imagens de satélites, devido às suas grandes coberturas espaciais e temporais têm sido consideradas como boas ferramentas alternativas para este tipo de aplicação. Entretanto, o uso otimizado do sensoriamento remoto orbital nestes casos requer o desenvolvimento de métodos adequados de análise e fusão de diferentes sensores.

Anteriormente, foi realizado um estudo de caso de floração de cianobactérias na Bacia de Campos pelo uso combinado de sensoriamento remoto e amostragem *in situ* (BENTZ *et al.*, 2004). Mais recentemente, uma série de imagens e produtos de diferentes satélites de sensoriamento remoto também foi analisada de forma sistemática para estudar a dinâmica de eventos pretéritos de florações e suas associações com as condições ambientais predominantes (KAMPEL *et al.*, 2006).

Neste trabalho, apresentam-se alguns resultados obtidos pela análise por *wavelets* (ondaletas) de séries temporais de imagens de satélite na margem continental sudeste brasileira, região da Bacia de Campos, RJ.

### MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados dados do sensor orbital SeaWiFS, processados como concentração de clorofila (CSM). Dados médios semanais (8 dias), mensais e anomalias de CSM foram extraídos das séries temporais de imagens em oito caixas de 0,5° x 0,5° (B1 a B8) para o período entre janeiro de 1998 e dezembro de 2006 (Fig. 1). As séries temporais de CSM foram analisadas pela técnica de *wavelets* (TORRENCE *et al.*, 1998) com o objetivo de avaliar o conteúdo espectral dessas variáveis (espectro de frequência) e como este conteúdo espectral varia no período estudado.

### RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em cada caixa foi analisado o valor máximo e mínimo, a média e também o desvio padrão, das concentrações de clorofila. Na caixa B1 ocorreram as maiores concentrações médias, típicas de uma região mais costeira. Os valores máximos foram observados nos meses de julho e setembro, com um aumento também em maio em relação aos meses de verão. Esta caixa também apresentou maior variabilidade, com desvio padrão médio de 1,68 mgm<sup>3</sup>. As caixas B2, B3 e B4 apresentaram um padrão semelhante, com um aumento na CSM nos meses de inverno. Nas caixas B5 e B6, os valores máximos de CSM ocorreram no mês de setembro. A caixa B7

apresentou um padrão semelhante a B2, B3 e B4, com um aumento da CSM nos meses de inverno. **EB8**, os valores máximos de CSM ocorreram nos meses de julho e setembro, apresentando uma queda no mês de agosto. De modo geral, o comportamento das variações de clorofila mensais foram semelhantes para as duas regiões consideradas (B1-B4 e B5-B8). Assim, as maiores concentrações médias mensais foram encontradas nas caixas mais costeiras (B1 e B5, respectivamente).

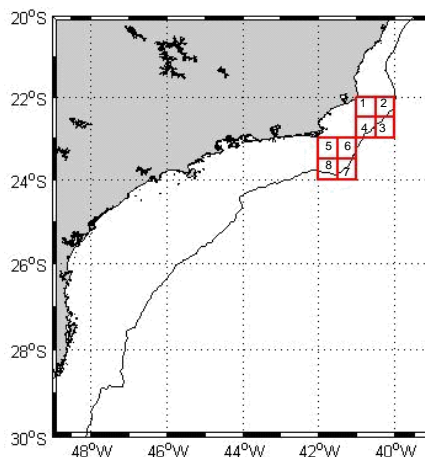


Fig.1 – Localização das oito caixas de  $0,5^\circ \times 0,5^\circ$  (B1 a B8) na região da Bacia de Campos, RJ, onde foram extraídas as séries temporais de clorofila estimada por satélite.

Embora um estudo mais rigoroso seja necessário para explicar a ocorrência dos máximos de clorofila nos meses de julho a setembro, isto é, final de inverno a começo da primavera, especula-se aqui a seguinte explicação. Durante o período de ocorrência dos máximos, a intensificação do campo de ventos resulta num aumento de turbulência na camada superficial marinha e conseqüente aumento da espessura da camada de mistura (CM). O aumento da espessura da CM é devido ao entranhamento de águas relativamente mais frias e ricas em nutrientes de fundo. Como a variação da irradiância não é crítica nessas regiões tropicais, a profundidade da zona eufótica (ZE) permanece pouco alterada, apesar do aprofundamento da CM. Desta forma, pode ocorrer um enriquecimento da CM com o aporte de nutrientes. Segundo KAMPEL (2003), a profundidade média da CM no talude da região sudeste, entre Cabo S.Tomé e I. São Sebastião, foi de 30,1 m ( $\pm 13,2$ ), enquanto que da ZE foi de 61,2 m ( $\pm 12,8$ ), em 2001 e 2002. Durante os períodos de inverno, estes valores foram para a CM iguais a 64,7 m ( $\pm 28,3$ ) e 62,5 ( $\pm 8,2$ ), respectivamente.

A Fig. 2 A e B, mostra os escalogramas de freqüências de ondaletas e as respectivas séries temporais de clorofilas médias semanais, no período 1998 a 2006, para as caixas B1 e B3. A principal característica dos escalogramas das 8 caixas é a forte presença do sinal anual nas séries. Outro aspecto interessante é a grande variação de amplitude do sinal anual ao longo das séries. Por exemplo, na caixa B3 o sinal anual aparece forte até somente o primeiro semestre de 2000. A partir daí, a magnitude decresce até o final do período estudado. Já na caixa B1, observa-se um decréscimo acentuado da magnitude do sinal anual a partir de 2001. Porém, observa-se novamente uma intensificação no final da série, a partir de 2004.

A Fig. 2 C e D, mostra os escalogramas de freqüências de ondaletas e as respectivas séries temporais de anomalias de clorofilas médias semanais, no período 1998 a 2006, para as caixas B1 e B2. Pode-se observar que o escalograma de B1 difere significativamente de B2. Na caixa mais costeira, o sinal anual é fraco ou desprezível, enquanto que, os sinais de mais alta freqüência, como os ciclos semi-anual, trimestral e até bi-semanal aparecem com alta amplitude durante a ocorrência de máximos relativos de anomalia de CSM. Interessante notar que as anomalias máximas ocorreram no período 2002-2003, época em que as florações de algas também foram observadas sistematicamente na Bacia de Campos (KAMPEL *et al.*, 2006). No caso de B2, ainda que também ocorram máximos relativos nas altas freqüências, nota-se a presença significativa dos ciclos anual e de freqüências mais baixas ao longo da série. Este comportamento, em uma região mais oceânica, deve estar associado a processos dinâmicos de maiores escalas temporal e espacial.

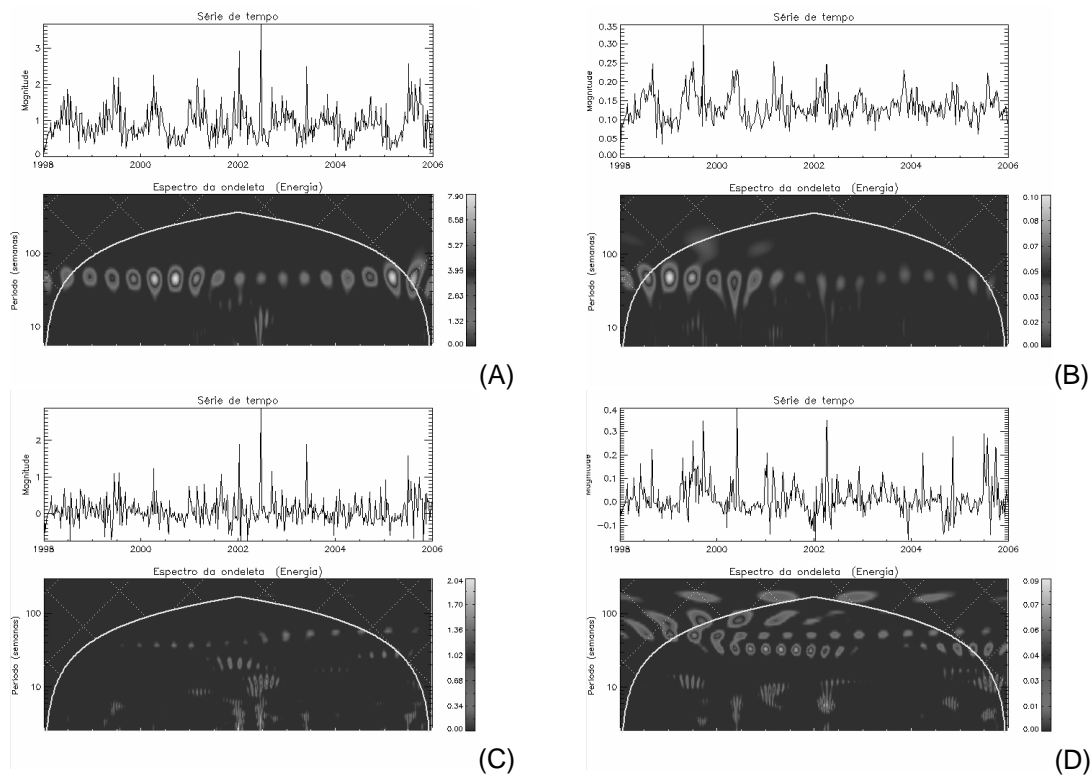


Fig. 2 - Escalogramas de frequência de ondaletas e respectivas séries temporais de clorofilas médias semanais para as caixas B1(A) e B3(B), e de anomalias para as caixas B1(C) e B2(D), 1998-2006.

## CONCLUSÕES

Em todas as caixas os máximos de CSM ocorreram no período de final de inverno – início de primavera. Foram levantadas possíveis explicações para este padrão. A caixa B1 mais costeira se destaca pelos valores médios e máximos relativamente mais altos em relação às demais, talvez causados por efeito de plumas de ressurgências costeiras presentes nesta região. O sinal anual, mostrado nos escalogramas de ondaletas referentes às médias semanais, é predominante em todas as caixas analisadas, ainda que de forma modulada ao longo do período de tempo estudado. É possível observar uma diminuição deste sinal. Os escalogramas referentes às anomalias apresentam pulsos de variabilidade tanto em frequências mais altas como em mais baixas. Foi possível notar que as máximas anomalias de CSM ocorreram no período 2002-2003. Análises pretéritas, incluindo dados de satélites e *in situ*, já haviam indicado o mesmo período para concentração das ocorrências de florações de algas na região da Baía de Campos.

## REFERÊNCIAS

- Bentz, C.M.; Lorenzetti, J.A.; Kampel, M. 2004. Multi-sensor synergistic analysis of mesoscale oceanic features: Campos Basin, south-eastern Brazil. *Int. J. Rem. Sens.*, 25(21):4835-4841.
- Kampel, M. *Estimativa da produção primária e biomassa fitoplanctônica através de sensoriamento remoto da cor do oceano e dados in situ na costa sudeste brasileira*. 2003. 272p. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo.
- Kampel, M.; Lorenzetti, J.A.; Bentz, C.M.; Tenenbaum, D.R. 2006. Observações de florações de algas na plataforma continental sudeste brasileira através de uma abordagem multi-satélites. In: Congresso Brasileiro de Ficologia (CBFic), 21, 2006, Itajaí. *Anais...* Itajaí: UNIVALI, 2006. p.71. S010-01
- Torrence, C. Compo, G.P. 1998. A practical guide to wavelet analysis. *BAMS*, 79: 61-78.