

VARIABILIDADE INTERANUAL DE PRODUTIVIDADE PRIMÁRIA NA PLATAFORMA SUL DO BRASIL A PARTIR DE DADOS DE SATÉLITE

Alvaro José Reis Ramos ¹, Jessyca Fernanda dos Santos Duarte ², Juliana Costi ³

^{1,3} Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Av. Itália km 8 – Campus Carreiros, Rio Grande - RS – Brasil, alvaroramos85@hotmail.com, ju.costi@gmail.com; ²Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Av. dos Astronautas, 1.758 - Jardim da Granja, São José dos Campos – SP – Brasil, duarte.jessyca@gmail.com

RESUMO

Considerando a elevada importância da produtividade primária no meio oceânico e a necessidade do monitoramento dos ambientes marinhos mediante técnicas que gerem resultados efetivos e satisfatórios, o presente estudo teve por objetivo mensurar a variação da média de clorofila-a (mg/m^{-3}) na região pertencente à plataforma Sul do Brasil. Foram utilizados dados do sensor MODIS obtidos entre 2013-2017. Ficou evidente uma grande variabilidade mensal de produtividade na plataforma, mais incidente nos meses de elevada pluviosidade, onde a produção alcança valores superiores a $04 \text{ mg}/\text{m}^{-3}$, as áreas mais próximas ao continente obtiveram maiores taxas de produtividade, fato possivelmente explicado pela alta descarga de nutrientes dos rios, originando plumas altamente produtivas na estação, e grande variação estacional do regime de marés. As análises fomentam indagações relativas ao entendimento dos padrões ecossistêmicos e suas relações intrínsecas com diferentes variáveis ambientais que interferem sobremaneira na determinação das taxas de clorofila-a na Plataforma Sul.

Palavras-chave — Sensoriamento remoto, pigmento fotossintético, média estacional, concentração de clorofila, MODIS.

ABSTRACT

Considering the high importance of primary productivity in the oceanic environment and the need to monitor marine environments through techniques that generate effective and satisfactory results, this paper aimed to measure the variation of the average chlorophyll-a (mg/m^{-3}) in the region belonging to the South platform of Brazil. MODIS sensor data obtained between 2013-2017 were used. It was evident a great monthly variability of productivity in the platform, more incident in the months of high rainfall, where the production reaches values higher than $4 \text{ mg}/\text{m}^{-3}$. Areas closer to the continent obtained higher rates of productivity, probably explained by high rivers' discharge of nutrients, resulting in highly productive feathers in the season and great seasonal variation of the tidal regime. The analyzes encourage questions regarding the understanding of ecosystem patterns and their intrinsic relationships with different environmental variables that interfere greatly in

the determination of chlorophyll-a rates in the South Platform.

Key words — Remote sensing, photosynthetic pigment, seasonal mean, chlorophyll concentration, MODIS.

1. INTRODUÇÃO

Segundo [1] o fitoplâncton oceânico é responsável por quase metade da produção primária líquida presente na biosfera global. Diante desta importância, [2] descreve que, nas últimas décadas os sensores remotos passaram a se apresentar como importante método de quantificação da biomassa fitoplanctônica em alta escala, mediante utilização de algoritmos destinados à medição a absorção em caráter seletivo da energia solar refletida pelas pigmentações fotossintéticas residentes na superfície marinha, em particular a clorofila-a.

Para [3], os estudos oceanográficos passaram a idealizar o desenvolvimento de novas técnicas com o uso de sensores remotos como fonte de obtenção de informações referentes à quantificação e medição das estimativas de clorofila-a no meio oceânico, assim como redução de possíveis limitações provenientes dos meios convencionais visando sua obtenção no espaço multitemporal. Fornecendo deste modo, informações e dados temporais de alta resolução espacial e temporal, minimizando problemas de amostragens convencionais mediante variação espacial da distribuição fitoplanctônica nas áreas costeiras do país. Neste contexto, o presente estudo visa avaliar a variação da amplitude mensal de produtividade primária na região pertencente à Plataforma Sul do Brasil, observando a dinâmica de variabilidade das concentrações estacionais do pigmento fotossintético.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo está concentrada na região oceânica da plataforma sul brasileira (PSB), englobando regiões consideradas importantes polos econômico, distribuído entre a zona contígua e o mar territorial pertencente ao estado do Rio Grande do Sul (figura 01). Foram utilizadas imagens do sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*), apresentando resolução de 4 km, aderido na plataforma AQUA visando adquirir as concentrações superficiais de clorofila-a no mar (CSM),

para tanto, o estudo dispôs de imagens distribuídas em séries temporais mensais no período de 2013-2017, abrangendo o regime climático estacional encontrado na região.

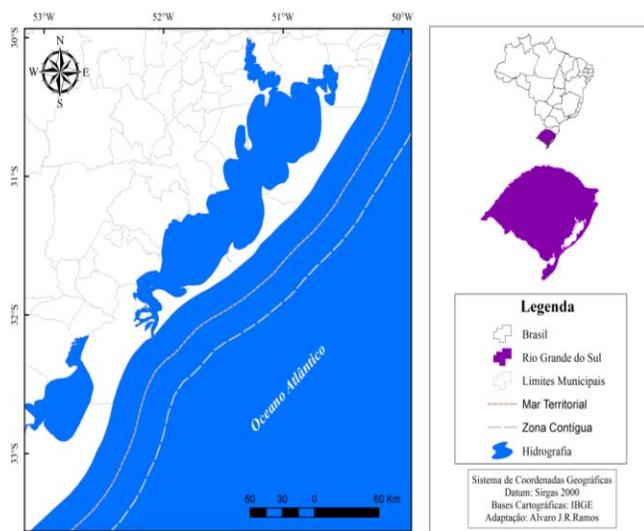


Figura 1. Área de estudo.

No presente estudo as amostras de amplitude para concentração de clorofila-a foram quantificadas no *software* SEADAS (*SeaWifs Data Analysis System*) visando realizar ponderação da variação média mensal em mg/m^{-3} . Os arquivos adquiridos na plataforma Oceancolor em formato NetCDF do produto CHL (*Chlorophyll concentration*) em Level-3 foram convertidos para Geotiff objetivando facilitar o processamento e quantificação de dados. As concentrações de clorofila são estimadas segundo o algoritmo padrão da NASA OC3Mv6 reprocessados em R2010. O algoritmo de operação CSM, atualizado com base em dados *in situ* NOMAD v2, supõe uma base padrão de avaliação dos caracteres bio-ópticos se baseando em diferentes componentes amostrais de água, as quais incluem regiões de costa e *offshore*. O algoritmo descreve a melhor forma de ajuste em formato polinomial, relacionando concentrações de clorofila em log-transformado e razões de reflectância dos sensores remotos (equação 01), a implementação do algoritmo busca o refinamento restrito à água relativamente limpa, e seu objetivo geral é tentar reduzir efeitos e desvios visando obtenções de valores para clorofila na água através do brilho residual, luz difusa, erros de correção atmosférica e polarização branca.

$$(1) \text{CSM} = 10^{(a_0 + a_1 * X + a_2 * X^2 + a_3 * X^3 + a_4 * X^4)}$$

A partir dos dados MODIS, foi possível gerar mapas de amplitudes mensais de produtividade primária para o período analisado, utilizando valores mínimos e diferentes de zero gerados pelo sensor, extraindo informações referentes à concentração de pigmentos fotossintéticos ao longo da região oceânica do sul do país, além de avaliar comparativamente as diferentes faixas de águas costeiras.

3. RESULTADOS

Após o processamento digital de imagens e estimação da produtividade primária média para os meses analisados, foi possível elaborar materiais cartográficos representativos referentes à produtividade de clorofila-a ao longo da plataforma costeira sul (figura 02).

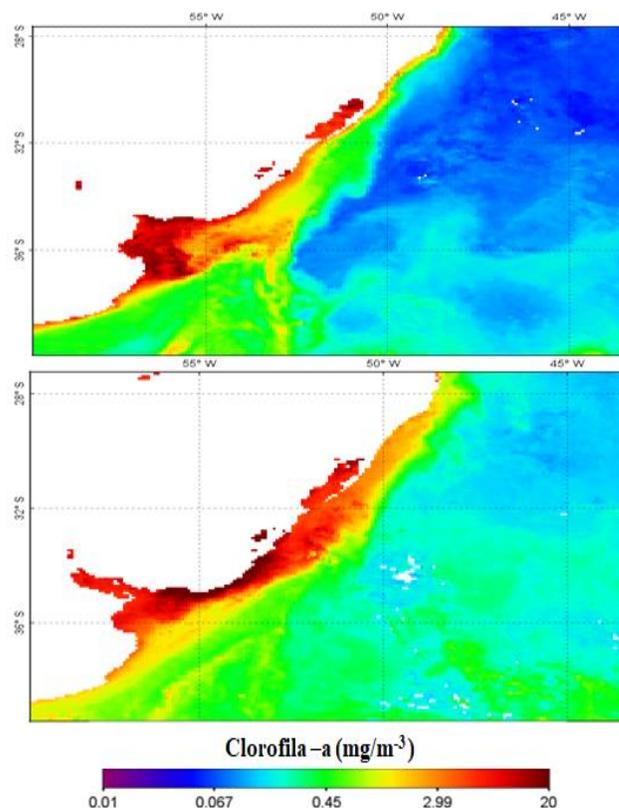


Figura 2. Comparativo de médias mensais para clorofila-a em Janeiro de 2013 e Junho de 2013.

Na figura 02 é possível observar baixo registro de produção na estação pertencente ao verão comparado às estações subsequentes, onde o registro dos valores médios de concentração de clorofila são, em geral, superiores a 04 mg/m^{-3} , sofrendo elevada variação de amplitude mensal (figura 03). De maneira geral, a produção é mais concentrada ao longo das linhas mais próximas ao continente, principalmente nas áreas de influência do mar territorial, o fato pode ser explicado pelo elevado aporte de nutrientes provenientes dos sítios de drenagens continentais e mistura realizada por indução de marés e regime de correntes superficiais, possibilitando maior desenvolvimento da biomassa fitoplanctônica, principalmente a partir do mês de Junho. Os resultados corroboram com análises *in situ* encontrados por [4] o qual denota grande importância da precipitação e ciclos hidrológicos influenciando sobremaneira na produção da comunidade fitoplanctônica nos sítios mais próximos às zonas estuarinas. Para [5], em

estudo que buscou caracterizar um *bloom* de algas na Baía de Campos, descreveu que é esperado valores elevados de produtividade primária nas primeiras linhas de costa, evidenciando ainda o caráter sazonal de seus valores observadas em séries temporais, notabilizando ainda que, para regiões que possuem estações anuais bem definidas, os maiores valores médios de produção fotossintética está relacionada ao inverno, encontrando valores que variam de 0,207 a 0,518 mg/m³, o autor ainda caracteriza a primavera como uma estação de transição e aponta a precipitação como um dos fatores determinantes para a descarga e dispersão de componentes importantes para organismos fotossintetizantes ao longo da plataforma.

Produtividade primária (mg/m⁻³)

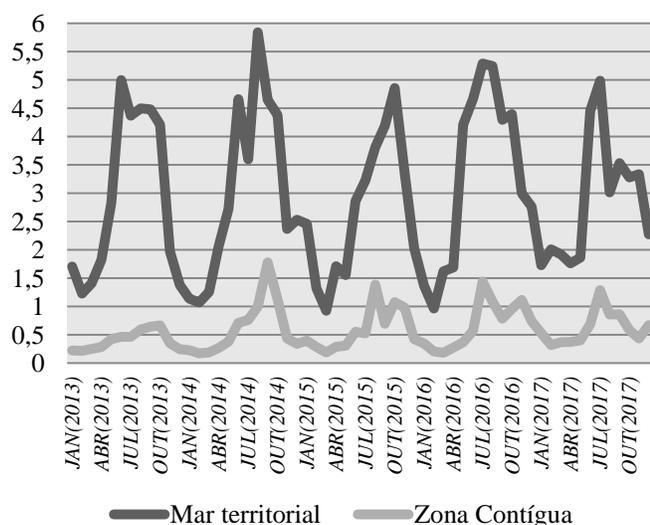


Figura 3. Médias mensais de produtividade primária obtidas do sensor MODIS/AQUA entre 2013-2017.

4. DISCUSSÃO

As informações encontradas no estudo permitem descrever mudanças nos padrões de distribuição e concentração da produtividade primária na plataforma sul, fatores bióticos e abióticos podem estar relacionados ao fenômeno, dentre os fatores de origem natural, o regime pluviométrico obtém destaque, considerado na literatura como o fator de maior impacto na produção fotossintética costeira pela participação da dispersão de componentes importantes ao processo fotossintético. Em contrapartida, ações antropogênicas, em especial pela introdução de rejeitos sólidos no meio aquático, contribuem notadamente na inserção de compostos químicos que podem interferir no ciclo produtivo primário marinho. É importante observar a importância dos compostos provenientes da Baía do rio

Plata influenciando na produção fotossintética da área de estudo, sobretudo sujeito ao regime de ventos superficiais zonais sul.

5. CONCLUSÕES

A partir dos dados referentes à cor do oceano, se identifica como notória a importância do sensoriamento remoto como ferramenta que permite avaliar as propriedades ecossistêmicas do meio costeiro. As séries mensais permitiram depreender que as maiores taxas de concentração de produtividade primária na região da plataforma continental sul se convergem principalmente nas áreas mais próximas ao continente, nas zonas de influência das plumas continentais, coincidindo com as zonas pertencentes ao mar territorial, que abrange aproximadamente 12 milhas náuticas. A produtividade primária mensal está intimamente relacionada com outros fatores ambientais, e estudos pertinentes à avaliação de variações de amplitude deste componente favorecem o fomento de discussões pertinentes a regimes de feições ecossistêmicas marinhas e outros fatores ambientais intimamente relacionados à produção de clorofila-a no meio costeiro.

6. REFERÊNCIAS

- [1] FIELD, C.B; BEHRENFELD, M.J.; RANDERSON, J.T.; FALKOWSKI, P. Primary Production of the Biosphere: Integrating Terrestrial and Oceanic Components. *Science*, v.281, p. 237-240, 1998.
- [2] GARCIA, C. A., SARMA, Y. V. B., MATA, M. M., & GARCIA, V. M. Chlorophyll variability and eddies in the BrazilMalvinas Confluence region, *Deep-Sea Research*, vol. 51, no. 1-3, pp. 159-172, 2004.
- [3] BARALE, V. Sea surface colour in the field of biological oceanography. *International Journal of Remote Sensing*. 12(4):781-793, 1991.
- [4] SOUSA, E.B.; COSTA,V.B.; PEREIRA,L.C.C; COSTA,R.A.M.; Variação do fitoplâncton e dos parâmetros hidrológicos na zona de arrebentação da ilha Canela (Bragança-Pará-Brasil). *Acta Botânica Basílica*, Belo Horizonte, v. 23, p. 1084-1095, 2009.
- [5] KAMPEL, M. Caracterização do bloom anual de clorofila na Baía de Campos (RJ) a partir de dados de satélite. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE, 7864-7873.