

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA COBERTURA EFETIVA DE NUVENS NA CONCENTRAÇÃO DE BIOMASSA NO OCEANO ATLÂNTICO SUL UTILIZANDO DADOS DE SATÉLITE

JAQUELINE LEAL MADRUGA ^{1,2}
MARIZA PEREIRA DE SOUZA ²
ENIO BUENO PEREIRA ²

¹Instituto de Biociências (IB) - Universidade de São Paulo
Rua do Matão – Travessa 14/321 - 05508-900 – São Paulo - SP, Brasil
jack@dge.inpe.br

²INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Caixa Postal 515 - 12201-970 - São José dos Campos - SP, Brasil
{enio, mariza}@dge.inpe.br

Abstract. The amount of solar radiation that reaches the sea surface is one of the factors that controls the photosynthesis in the ocean. As a result the cloud cover can influence on the primary production temporal and spatial variable. The goal of this work is to analyze the cloud cover variability and chlorophyll-a concentration along the Brazilian coast between 6 N/34 S and 34.5W/55W for the period of 1998 and 1999 using monthly means. To accomplish this the cloud cover is estimated by the BRASIL-SR radioactive transfer model with the aid of GOES-8 data and the chlorophyll-a data comes from the SeaWiFS/OrbView-2 sensor. Both data sets will be correlated and the results are expected to show a high negative correlation between them. This work is underway.

Keywords: cloud cover, chlorophyll concentration.

1. Introdução

Os vegetais caracterizam-se pela capacidade de sintetizar matéria orgânica a partir de compostos inorgânicos, processo este, denominado fotossíntese, e que lhes confere o título de produtores primários da cadeia alimentar. O ambiente oceânico tem como responsável pela produção primária o fitoplâncton, o qual repassa a energia direta e indiretamente para os demais níveis tróficos.

A influência do fitoplâncton no mecanismo de absorção de dióxido de carbono da atmosfera assim como sua participação na cadeia trófica faz com que o estudo da produção primária e os principais fatores que a controlam venham sendo área de grande interesse para oceanografia [Bates *et al.* (1987); Kieber *et al.* (1996); Bates e Quinn (1997)]. Nesse contexto, podemos considerar que levantamentos quantitativos da produção primária oceânica, estudos da variabilidade espacial e temporal do fitoplâncton são necessários, assim como conhecer a influência dos fatores que interferem nesse processo.

A carência de estimativas de produção primária na região oceânica adjacente à costa do Brasil considerando a dificuldade de aquisição desses dados através de observações obtidas por navios (*in situ*), e a busca de representatividade espacial e temporal que satisfaça a necessidade de monitoramento de fenômenos em larga-escala, leva-nos a buscar o desenvolvimento de metodologias baseadas em novas tecnologias como o sensoriamento remoto, as quais possibilitam tanto uma cobertura sinóptica como uma repetitividade adequada para estudos de séries temporais [Arrigo *et al.* (1994); Balch *et al.* (1992); Müller-Karger *et al.* (1990); Platt & Sathyendranath (1988)].

Sabe-se que a dinâmica do fitoplâncton é induzida por uma complexa interação de processos físicos, químicos e biológicos, sendo de grande importância a disponibilidade de nutrientes e luz solar para que seja realizada a fotossíntese [Kirk (1994)].

A radiação solar incidente na superfície do oceano na faixa do visível é a principal fonte de energia para a fotossíntese marinha. Tanto a distribuição vertical da biomassa fitoplanctônica como o suprimento de nutrientes para o interior da zona eufótica dependem do grau de estratificação da coluna d'água, e portanto, ligados às flutuações diárias do balanço de calor oceano-atmosfera [Marra, et al. (1990)], onde a radiação solar é a principal componente. Espera-se então uma relação entre distribuição de biomassa fitoplanctônica nas camadas superficiais do oceano e a radiação solar incidente. Todavia, se considerarmos a cobertura de nuvens como um agente modulador da radiação solar na superfície, faz-se necessário conhecer sua variabilidade no tempo e espaço para que seja possível avaliar sua influência nos processos biológicos [Bishop et al. (1991)].

O presente trabalho tem como objetivo analisar a variabilidade temporal e espacial da cobertura efetiva de nuvens, gerada a partir do modelo de transferência radiativa BRASIL-SR, juntamente com estimativas de clorofila superficial do oceano.

2. Área de estudo e Metodologia

A área de estudo abrange a porção oceânica do Atlântico Sul adjacente à costa brasileira, entre as latitudes 6° N e 34° S e as longitudes 34,5° e 55° W.

O modelo de transferência radiativa utilizado neste trabalho foi o BRASIL-SR e vem sendo desenvolvida e implementada através de uma colaboração entre o Instituto Nacional de pesquisas Espaciais (INPE) e a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) [Pereira et al. (1996)].

O BRASIL-SR é um modelo físico para o cálculo da radiação incidente a partir de imagens de satélite geostacionário GOES-8 no canal do visível (0,4 a 1,1 μm), e baseia-se na determinação da transmitância das diversas camadas atmosféricas [Martins (2001) para detalhes]. O modelo assume a existência de uma relação linear entre o fluxo de radiação solar incidente no topo da atmosfera ($\mathbf{j}_0 \downarrow$) e o fluxo de radiação solar incidente na superfície ($\mathbf{j}_s \downarrow$), seguindo:

$$\mathbf{j}_s \downarrow = [n_{eff} \mathbf{t}_{cloud} + (1 - n_{eff}) \mathbf{t}_{clear}] \mathbf{j}_0 \downarrow \quad (1)$$

onde n_{eff} é o índice de cobertura efetiva de nuvens, \mathbf{t}_{clear} é a transmitância para condições de céu claro e \mathbf{t}_{cloud} é a transmitância para céu totalmente nublado, ambas derivadas do modelo pelo emprego do algoritmo de transferência radiativa conhecido como modelo de dois fluxos, ou “two-stream” [Lenoble (1985)].

O modelo considera a cobertura de nuvens como principal fator de influência sobre a transmitância atmosférica, e num primeiro momento, calcula o coeficiente de cobertura efetiva de nuvens usando os dados GOES.

Os dados orbitais do satélite GOES-8 foram adquiridos e armazenados na Divisão de Satélites Ambientais do INPE/Cachoeira Paulista, com uma resolução espacial de 0,5° X 0,5° e resolução temporal de 3h (8h45, 11h45, 14h45, 17h45 e 20h45 GMT).

Os dados de clorofila foram coletados pelo sensor SeaWiFS a bordo do satélite americano Orbview-2. A aquisição dos produtos pode ser feita na página da *SeaWiFS Data Access* no endereço <http://daac.gsfc.nasa.gov/data/dataset/SEAWIFS/>. Foram utilizados os produtos médios mensais globais nível-3, os quais apresentam grade equidistante com 4096 pixels de longitude por 2048 pixels de latitude para uma resolução de 9km. Os dados de 9km foram reamostrados para uma resolução de 54km (grade 0,5° x 0,5°) para posteriormente serem comparados com os dados de cobertura efetiva de nuvens estimados pelo modelo BRASIL-SR.

3. Resultados e trabalho futuro

Neste trabalho serão apresentados mapas comparativos entre variabilidade espacial e temporal de cobertura efetiva de nuvens gerados a partir do modelo BRASIL-SR e os mapas associados de variabilidade de clorofila. Se discutirá de forma qualitativa as correlações entre e as variações nas concentrações de biomassa e os índices de cobertura de nuvens.

A dependência da luz para o crescimento do fitoplâncton e acúmulo de biomassa é bem conhecida, entretanto, a variabilidade cobertura de nuvens modela a radiação que chega a superfície, sendo desta forma um fator importante para as estimativas de clorofila.

Espera-se com este estudo preliminar determinar a significância da influência da cobertura de nuvens nas concentrações de pigmentos, informações estas, que serão utilizadas para um estudo mais amplo o qual visa estabelecer até que ponto diferenças na radiação incidente na superfície podem explicar a variabilidade observada na abundância do fitoplâncton.

Agradecimentos

Agradecimentos são devidos a Fernando M. Ramos e Samuel L. de Abreu pela colaboração dada na aplicação do modelo BRASIL-SR necessária para realização deste estudo. Os agradecimentos se estendem também a Mateus Andrade e Wilson Freitas Jr. Pelo auxílio na montagem do banco de dados. Esse trabalho somente foi possível graças ao auxílio recebido da CAPES através da bolsa de doutoramento do primeiro autor.

Referências

- Arrigo, K.R.; McClain, C.R.; Firestone, J.K.; Sullivan, C.W.; Comiso, J.C. A comparison of CZCS an in situ pigment concentration in the Southern Ocean. In: Hooker, S.B. e Firestone, E.R., Ed. *Case studies for SeaWiFS calibration and validation - SeaWiFS technical reports series*, 13(1): 3-8. Maryland, NASA-Goddard Space Flight Center. 1994. (NASA Technical Memorandum, 104566).
- Balch, W.M.; Evans, R.; Brown, J.; Feldman, G.; McClain, C.; Esaias, W. The remote sensing of ocean primary productivity: use for new data compilation to test satellite algorithms. *Journal of Geophysical Research*, 97: 2.279-2.293. 1992.
- Bates, T.S.; Cline, J.D.; Gammon, R.H.; Kelly-Hansen, S. Regional and seasonal variations in the flux of oceanic dimethylsulfide to the atmosphere. *Journal of Geophysical Research*, 92: 2.930-2.938. 1987.
- Bates, T.S.; Quinn, P.K. Dimethylsulfide (DMS) in the Equatorial Pacific Ocean (1982-1996) - Evidence of a climatic feedback? *Geophysical Research Letters*, 24: 861-865, 1997.
- Bishop, J.K.; Rossow, W.B. Spatial and temporal variability of global surface solar irradiance. *Journal of Geophysical Research*, 96(C9): 16.839-16.858, 1991.
- Kieber, D.J.; Jiao, J.; Kiene, R.P.; Bates, T.S. Impact of dimethylsulfide photochemistry on methyl sulfur cycling in the Equatorial Pacific Ocean. *Journal of Geophysical Research*, 101: 3.715-3.722. 1996.
- Lenoble, J. *Radiative transfer in scattering and absorbing atmospheres: standard computational procedures*. Virginia: A. Deepak Publishing, 1985.
- Marra, J.; Bidigare, R.R.; Dickey, T.D. Nutrients and mixing, chlorophyll and phytoplankton growth. *Deep-Sea Research*, 37: 127-143, 1990.
- Martins, F.R. Estudo Sobre a Influência dos Aerossóis e do Processo de Determinação da Cobertura de Nuvens no Modelo Físico de Radiação Solar – SR. *Tese de Doutorado - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2001, 300p.* (submetida para publicação).

Müller-Karger, F.E.; McClain, C.R.; Sambrotto, R.N.; Ray G.C. A comparison of ship and Coastal Zone Color Scanner mapped distribution of phytoplankton in the Southeastern Bering Sea. *Journal of Geophysical Research*, 95(C7):11.483-11.499, July 1990.

Pereira, E.B., Abreu, S.L., Stuhlmann, R., Rieland, M. E Colle, S., Survey of the incident solar radiation in Brazil by use of METEOSAT satellite data. *Solar Energy*, *57*(2):125-132, 1996.

Platt, T; Sathyendranath, S. Oceanic primary production: estimation by remote sensing at local and regional scales. *Science*, *241*: 1.613-1.620. 1988.

Kirk, J.T.O. *Light and photosynthesis in aquatic ecosystems*. Cambridge University Press, Cambridge, 401p. 1994.