

## VARIABILIDADE TEMPORAL DO APORTE SEDIMENTAR DO LAGO GUAÍBA PARA A LAGOA DOS PATOS ATRAVÉS DE DADOS MODIS-AQUA

**Tavora, Juliana B. P.<sup>1</sup> & Fernandes, Elisa H. L.<sup>1</sup>**

Universidade Federal do Rio Grande – FURG<sup>1</sup>  
Av. Itália km 8 s/n Bairro Carreiros, Rio Grande - RS  
*tavora.pereira@gmail.com*

### RESUMO

O Sensoriamento Remoto vem sendo utilizado como uma técnica efetiva na detecção de variações temporais na qualidade da água de grandes áreas oceânicas e costeiras. O presente trabalho analisou imagens do satélite MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) através do sensor *aqua* para estudar a contribuição de sedimentos em suspensão do Lago Guaíba para a Lagoa dos Patos. Cinco anos de imagens diárias entre os anos de 2009 e 2014 foram adquiridos do banco de dados da NASA, remapeados e classificados. A série temporal de concentração de material em suspensão de ampla cobertura espacial e temporal, foi utilizada para quantificar variações sazonais e interanuais deste parâmetro na Lagoa dos Patos, e sua relação com dados climatológicos de descarga fluvial, fornecendo importantes subsídios para o entendimento do balanço sedimentar da Lagoa.

### INTRODUÇÃO

Estuários e lagoas costeiras representam ecossistemas de alta complexidade com forte relação com o oceano, o continente e a atmosfera. Além disso, eles apresentam alta produtividade e diversidade biológica, e sofrem o impacto de intensas atividades econômicas. Dentro desse contexto, plumas fluviais são de extrema importância para a ecologia e morfodinâmica, pois transportam nutrientes, sedimentos e influenciam no padrão de circulação local (Fernández-Nóvoa, 2015). Em adição, as plumas fluviais podem apresentar grande variabilidade espacial e temporal, o que torna o monitorando tradicional com medições *in situ* oneroso e limitado temporal e espacialmente. Com isso, o uso das imagens de satélite tem se tornado uma ferramenta cada vez mais usual para desenvolvimento de estudos em regiões costeiras, pois facilita o monitoramento de propriedades ópticas de águas costeiras enquanto fornece cobertura de grandes áreas por longos períodos e com alta frequência temporal.

No entanto, para que estudos dessa natureza sejam possíveis, diversos autores têm tentado eliminar os efeitos da interferência atmosférica para mensurar concentrações de sedimento em suspensão com a máxima acurácia (Rudick et al, 2000; Wang & Shi, 2007). Uma vez construída uma série temporal de concentração de material em suspensão, esta poderá ser utilizada para quantificar variações sazonais e interanuais deste parâmetro. Neste trabalho, foram utilizadas imagens MODIS com resolução temporal diária para estimar a contribuição em material em suspensão do Lago Guaíba para a Lagoa dos Patos, fornecendo importantes subsídios para o entendimento do balanço sedimentar da Lagoa dos Patos.

O sistema Lago Guaíba está localizado na porção mais ao norte da Lagoa dos Patos. Este sistema recebe a vazão de cinco rios (Rio dos Sinos, Rio Gravataí, Rio Caí, Rio Taquari e Rio Jacuí) totalizando uma descarga anual média de aproximadamente  $1453 \text{ m}^3/\text{s}$  (Vaz *et al.*, 2006). Tal vazão torna este o sistema de maior aporte e influência sobre a Lagoa dos Patos, e este vem recebendo atenção na última década (Vaz *et al.*, 2006; Barros & Marques, 2012; Barros *et al.*, 2014).

## OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo contribuir para o entendimento do balanço sedimentar da Lagoa dos Patos através da avaliação da variabilidade espacial, sazonal e interanual do aporte de sedimentos em suspensão pelo principal afluente da Lagoa dos Patos, relacionando seu comportamento com dados climatológicos de descarga.

## METODOLOGIA

As imagens MODIS foram selecionadas e adquiridas do servidor *NASA Ocean Color*, sendo processadas em nível 1A. Este nível de processamento gera arquivos de suporte com características geodésicas como latitude, longitude e azimutes. Com isso, os dados são processados para o nível 1B. Com o estabelecimento destes para todo o período de estudo, são gerados os arquivos de nível 2, que possui radiâncias atmosféricamente corrigidas. A metodologia de correção atmosférica foi adaptada de Wang & Shi (2007) por funcionar bem em ambientes aquáticos ricos em matéria orgânica e sedimentos em suspensão.

Na sequência, foi realizado o cálculo da concentração de sedimentos em suspensão baseado em Nechad *et al* (2010). A realização de análises temporais dos dados climatológicos foi possível com o posicionamento de uma caixa com dimensões 10 km x 10 km na desembocadura do Lago Guaíba para monitoramento da pluma sedimentar interna.

A série temporal de sedimentos em suspensão obtida foi relacionada com a série temporal de dados climatológicos de descarga da Agência Nacional de Águas – ANA (<http://hidroweb.ana.gov.br/>) e do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (<http://www.inmet.gov.br/>) para o Sistema Guaíba.

## RESULTADOS

As análises de dados diários de vazão mostraram padrões bem definidos para as estações do ano, sendo verão e outono os períodos de menor descarga continental, e primavera e inverno os períodos de maior descarga do Lago Guaíba para a Lagoa dos Patos. O estudo mostra ainda que o ano de 2010 apresentou picos regulares da ordem de  $5000 \text{ m}^3/\text{s}$  na descarga do lago. Nota-se ainda, que os picos de descarga fluvial atingem as maiores descargas no inverno com o maior pico atingindo  $14500 \text{ m}^3/\text{s}$ . Essas informações podem ser vistas na figura 01.

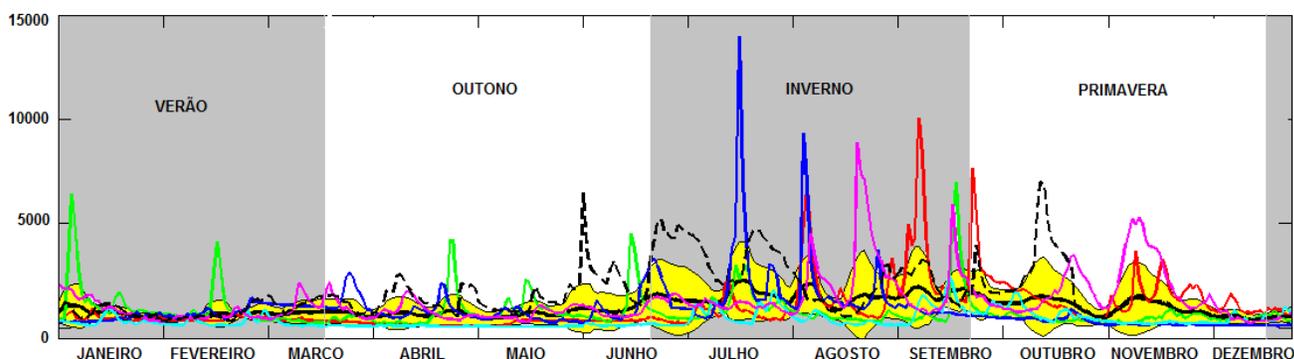


Figura 01 – A – Relação de descarga fluvial ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) para cada um dos cinco anos. A área em amarelo mostra os máximos e mínimos desvios padrões, a curva preta mostra a climatologia da descarga fluvial e as curvas vermelha, verde, azul escuro, azul claro, rosa e preto pontilhado representam respectivamente os anos 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 e 2014.

De maneira geral, os maiores valores de concentração de sedimentos em suspensão na pluma fluvial foram encontrados nos meses de janeiro de 2009 ( $90 \text{ mg}/\text{m}^3$ ) e 2010 ( $145 \text{ mg}/\text{m}^3$ ) como visto na figura 02. Já o mês de maio de 2009 apresentou concentração inferior a  $10 \text{ mg}/\text{m}^3$  sendo esta considerada atipicamente baixa para a região. Os valores médios giraram em torno de  $45$  a  $50 \text{ mg}/\text{m}^3$ . No ano de 2009 foram observadas plumas pequenas e de baixa concentração, enquanto que janeiro de 2010 apresentou plumas bem marcadas, especialmente depois de eventos de tempestade. O ano de 2014, apesar de não apresentar fortes plumas, apresentou grande concentração de material em suspensão por toda lagoa, incluindo a extensão e desembocadura do Lago.

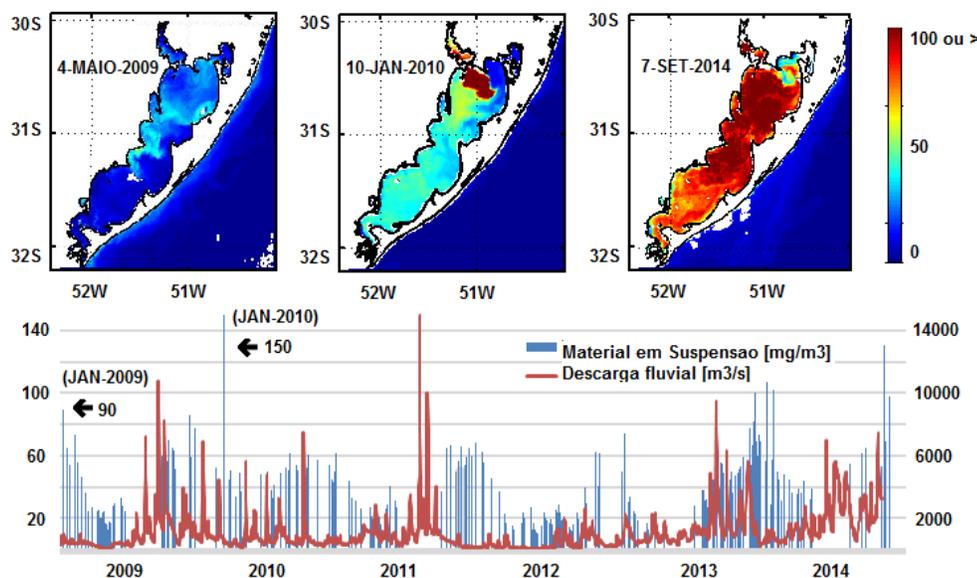


Figura 01 – Relação entre concentração de sedimentos em suspensão da pluma gerada pelo Lago Guaíba e a descarga fluvial do mesmo na porção norte da Lagoa dos Patos. Valores de sedimento em suspensão ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) são dados pelas barras em azul e descarga fluvial ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) pela linha vermelha.

## CONCLUSÃO

O uso de Imagens MODIS para a obtenção de séries temporais de concentração de sedimento em suspensão em regiões costeiras mostrou-se uma ferramenta com potencial e de baixo custo que pode contribuir para o entendimento do balanço sedimentar de regiões de interesse. Especificamente para a Lagoa dos Patos, as análises de concentração de sedimento em suspensão da pluma fluvial do Lago Guaíba para a Lagoa dos Patos e da descarga fluvial do mesmo período possibilitaram observar que: 1) os maiores valores de concentração ocorrem após períodos em que a vazão do Lago foi maior e mais duradoura; 2) em períodos de redução da descarga do lago a redução na concentração de sedimentos na região da pluma ocorre rapidamente (menos de 30 dias); 3) o tempo de dispersão da pluma para a porção sul leva aproximadamente cinco meses para ocorrer; 4) os meses de primavera e inverno são tipicamente chuvosos o que explica as maiores descargas; 5) o menor valor encontrado para a pluma na série temporal corresponde a  $9,38 \text{ mg/m}^3$  e o maior valor a  $150 \text{ mg/m}^3$ .

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, G. P. & MARQUES, W. C. 2012. Long-term temporal variability of the freshwater discharge and water levels at Patos Lagoon, Rio Grande do Sul, Brazil. *International Journal of Geophysics* 3: 758-766
- BARROS, G. P., MARQUES, W. C. & KIRINUS, E. P. 2014. Influence of the Freshwater Discharge on the Hydrodynamics of Patos Lagoon, Brazil. *International Journal of Geosciences*. 5:925 – 942
- FERNÁNDEZ-NÓVOA, D., MENDES R., CASTRO, M., DIAS J.M., SÁNCHEZ-ARCILLA A. & GÓMEZ-GESTEIRA M. 2015. Analysis of the influence of river discharge and wind on the Ebro turbid plume using MODIS-Aqua and MODIS-Terra data. *Journal of Marine Systems*. 142:40-46
- NECHAD, B., RUDDICK, K. G., PARK, Y. 2010. Calibration and validation of a generic multisensor algorithm for mapping of a total suspended matter in turbid waters. *Remote Sensing of Environment* 114: 854–866
- RUDDICK, K. G.; OVIDIO, F. & RIJKEBOER, M. 2000. Atmospheric correction of SeaWiFS imagery for turbid coastal and inland waters *Applied Optics*, 39:897–912.
- VAZ, A. C., MÖLLER JR., O. O. & ALMEIDA, T. L. 2006. Análise quantitativa da descarga dos rios afluentes da Lagoa dos Patos *Atlântica*, 28:13 -23.
- WANG, M. & SHI, W. 2007. The NIR-SWIR combined atmospheric correction approach for MODIS ocean color data processing. *Optics Express* 15:55722-15733.