

## IV-121 – USO DO DELFTWQ PARA MODELAGEM DA DISPERSÃO DO FÓSFORO ORGÂNICO DISSOLVIDO NAS ÁGUAS DO ESTUÁRIO DO RIO POTENGI, RIO GRANDE DO NORTE, BRASIL

**Jean Leite Tavares<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Civil (1998) e Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento (2000) pela Universidade Federal de Campina Grande. Doutor em Recursos Hídricos pela Universidade Federal do Ceará (2014). Professor Efetivo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – Campus Natal Central.

**André Luis Calado Araujo**

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Pará (1990), mestrado em Mestrado em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal de Campina Grande (1993) e doutorado em Engenharia Civil - University of Leeds (1999). Atualmente é professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte e do Programa de Pós-graduação em Engenharia Sanitária da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

**Roberto Fioravanti Carelli Fontes**

Graduado em Física pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (1988), possui Mestrado e Doutorado em Ciências na área de Oceanografia Física, pela Universidade de São Paulo (2000). Atualmente é professor na Universidade Estadual Paulista - UNESP /Campus do Litoral Paulista.

**Francimara Costa de Souza Tavares**

Engenheira Sanitarista pela Universidade Federal do Pará (2000). Mestre em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal de Campina Grande (2002). Professora Efetiva do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – Campus São Gonçalo.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Avenida Senador Salgado Filho, 1559 – Tirol – Natal - RN - CEP: 59015-000 - Brasil - Tel: (84) 996483595 - e-mail: [jean.tavares@ifrn.edu.br](mailto:jean.tavares@ifrn.edu.br)

### RESUMO

Os ambientes estuarinos estão submetidos a grandes pressões antropogênicas associadas à degradação e que impactam suas funções ecológicas. O aporte de esgotos domésticos e industriais, assim como o escoamento superficial de áreas com intensas atividades poluidoras agrava esta situação. Uma das consequências diretas deste processo é a eutrofização desses ambientes. Esse processo está associado diretamente à entrada de nutrientes eutrofizantes, como é o caso do fósforo. A modelagem da dispersão do fósforo em estuários pode ser utilizada para avaliar os níveis de eutrofização e a capacidade suporte do corpo hídrico. Essas medidas são fundamentais para a tomada de decisão de controle do uso e ocupação do solo, bem como a elaboração de estratégias para a eliminação da entrada dos poluentes. Para avaliar a dispersão do fósforo orgânico no estuário do rio Potengi foi utilizado o modelo computacional DELFT-WQ. Com os resultados obtidos na modelagem foi possível estudar o comportamento hidrodinâmico do estuário e avaliar a evolução espacial das concentrações do fósforo orgânico. Esses resultados podem ser utilizados para a elaboração de políticas de monitoramento e controle da entrada de cargas poluentes, como por exemplo, a implantação de sistemas de coleta e tratamento dos esgotos nas bacias hidrográficas que drenam suas águas para o estuário.

**PALAVRAS-CHAVE:** Modelagem, fósforo, DELFTWQ, estuário, rio Potengi.

### INTRODUÇÃO

A deterioração da qualidade das águas de corpos hídricos estuarinos está diretamente relacionada à intensificação de ações degradadoras, tais como o lançamento de efluentes domésticos, industriais, agropastoris e o escoamento hídrico superficial de áreas urbanas e rurais (TAVARES *et al.* 2014). Dentre as consequências desse processo, destaca-se a entrada de nutrientes nos mananciais estuarinos e o consequente aumento dos níveis de eutrofização. Assim, medidas de controle do uso e ocupação do solo e de corte na entrada de poluentes são imprescindíveis para a recuperação desses ambientes.

Bricker *et al.* (2003, apud COTOVICZ JUNIOR *et al.*, 2012) ao detalharem o método ASSETS (*Assessment of Estuarine Trophic Status*) de avaliação dos níveis de eutrofização em ambientes estuarinos, destacam que um dos fatores positivos em cenários futuros de recuperação é a implantação de sistemas de esgotamento sanitário. Conclusão também apresentada por Tavares *et al.* (2014) ao aplicarem o método TRIX para estudar a variação espacial dos níveis de eutrofização do estuário do Rio Potengi, no estado do Rio Grande do Norte, Brasil.

Por outro lado, a resolução 430 de 2011 do Conselho Nacional do Meio Ambiente que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, destaca a importância de se estabelecer estudos sobre a capacidade de suporte do corpo receptor, que pode ser definida como o valor máximo de determinado poluente que o corpo hídrico pode receber, sem comprometer a qualidade da água e seus usos determinados pela classe de enquadramento (BRASIL, 2011).

Vollenweider *et al.* (1998) destacam o fósforo como um dos elementos a serem considerados nos estudos que avaliam aportes de nutrientes em estuários. Daí sua importância nos estudos de capacidade suporte de mananciais hídricos, inclusive os estuarinos.

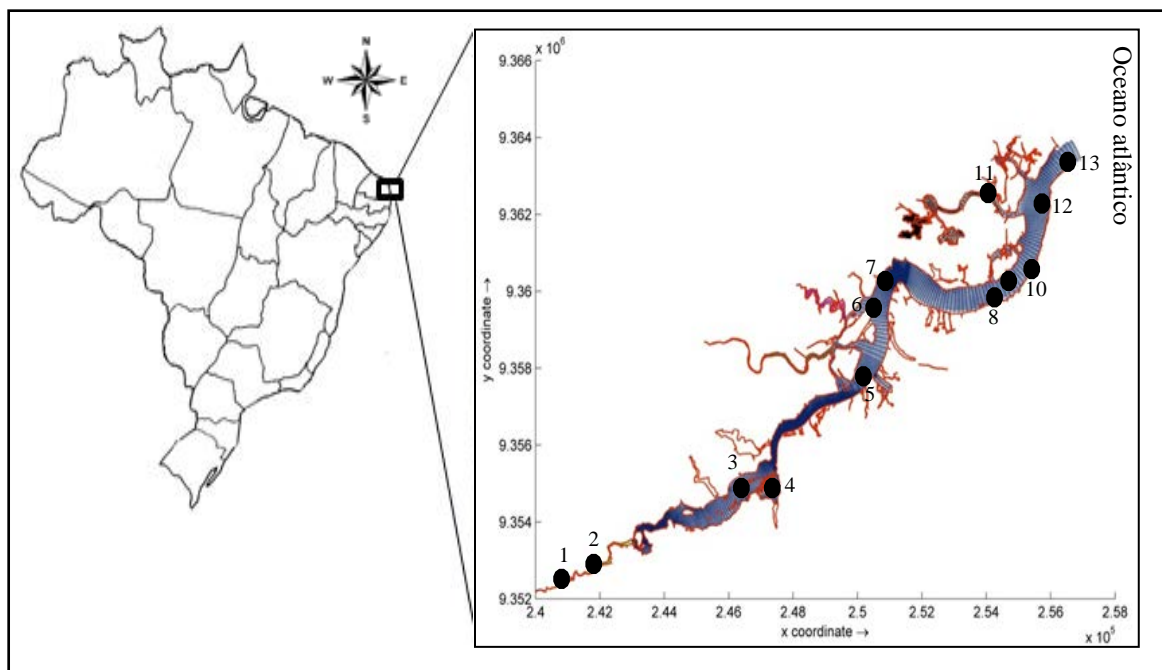
O presente estudo tem como objetivo avaliar a dispersão do fósforo orgânico dissolvido proveniente de fontes pontuais e difusas nas águas do estuário do rio Potengi. Para isso, utiliza como ferramenta o modelo DELFT-WQ.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado no estuário do rio Potengi, localizado na região metropolitana do município de Natal, capital do Estado do Rio Grande do Norte, na região Nordeste do Brasil. A bacia hidrográfica do rio Potengi ocupa uma superfície total de 4.093 km<sup>2</sup>, o que equivale a aproximadamente 7,7% do território do estado. Foram realizadas coletas em 13 pontos distribuídos ao longo do estuário, conforme detalhes da Tabela 1 e apresentados graficamente na Figura 1.

**Tabela 1. Detalhamento das localizações dos pontos de coleta**

Pontos	Localização	Coordenadas (UTM)	
		X (m)	Y (m)
P1	Afluente Rio Jundiaí, centro de Macaíba.	240876.892	9352388.618
P2	Afluente Rio Jundiaí, Macaíba.	241471.544	9352605.575
P3	Afluente Rio Jundiaí, Macaíba.	246553.539	9354577.388
P4	Afluente Rio Jundiaí, Divisa Natal – Macaíba.	247526.546	9354481.476
P5	Rio Potengi, Natal.	250389.482	9357763.732
P6	Afluente Rio Golandim, Natal.	250677.827	9359861.855
P7	Rio Potengi – Ponte de Igapó, Natal.	251190.287	9360162.573
P8	Rio Potengi – Bairro Quintas, Natal.	253245.469	9359457.563
P9	Rio Potengi – Proximidade da Base Naval, Natal.	253808.776	9359628.149
P10	Rio Potengi – Prox. do Canal do Baldo, Natal	254653.576	9360007.113
P11	Afluente Rio Jaguaribe, Natal.	253999.192	9362622.712
P12	Rio Potengi - Proximidades do Iate Clube, Natal.	255928.075	9362347.744
P13	Rio Potengi – Vão central da Ponte Nilton Navarro, Natal.	256170.103	9363280.203



**Figura 1. Localização do estuário do rio Potengi e dos pontos de coleta**

O nível máximo da maré variou de 2.85 a 2.95 m; com nível médio de 1.4 m e com um nível mínimo entre - 0.05 e - 0.25 m, identificando a maré local como do tipo mesomaré de regime semidiurno, com periodicidade em torno de 12h42min.

O estudo analisou dados do período seco e do período chuvoso. A estação das chuvas, na região em estudo, concentra-se geralmente no período de fevereiro a julho, já a estação seca ocorre em geral de agosto a janeiro. As coletas foram realizadas nos meses de novembro e dezembro (período seco) e março (período chuvoso).

Foram feitas coletas nos meses de novembro e dezembro de 2012 e março de 2013, nas duas fases da maré, computando 52 dados coletados. O método analítico para determinação do fósforo orgânico dissolvido foi o espectrofotométrico do ácido ascórbico.

A modelagem da dispersão do fósforo orgânico dissolvido nas águas do estuário do Rio Potengi foi realizada a partir do emprego de uma suíte de modelos computacionais do Instituto Deltares (Holanda), denominada de Delft-3D, em referência ao módulo hidrodinâmico e neste trabalho denominado Delft-WQ, em referência ao módulo de qualidade de água.

O modelo foi estruturado a partir do desenvolvimento e calibração do módulo hidrodinâmico, base da simulação, seguido pelo desenvolvimento do módulo de qualidade de água, o qual foi processado a partir dos dados físicos do módulo anterior, considerando todas as propriedades oceanográficas referentes à dinâmica estuarina, para o cenário modelado que abrangeu fontes pontuais e difusas de entrada de cargas poluentes e de nutrientes para o interior do ambiente aquático.

## RESULTADOS

Os maiores valores de concentração de fósforo são encontrados na região do alto estuário (P1 a P6) e as menores concentrações estão na Zona de Mistura do estuário (P7 – P12). Também nesta região, a variação é dominada pela maré, onde existe alta sincronia dos valores para os pontos P7, P8, P9, P11 e P12.

A dinâmica estuarina dominada pelas marés, neste estuário, demonstra sua importância na dispersão da pluma de fósforo ao longo do estuário no início da vazante (Figura 2) e final da vazante (Figura 3).

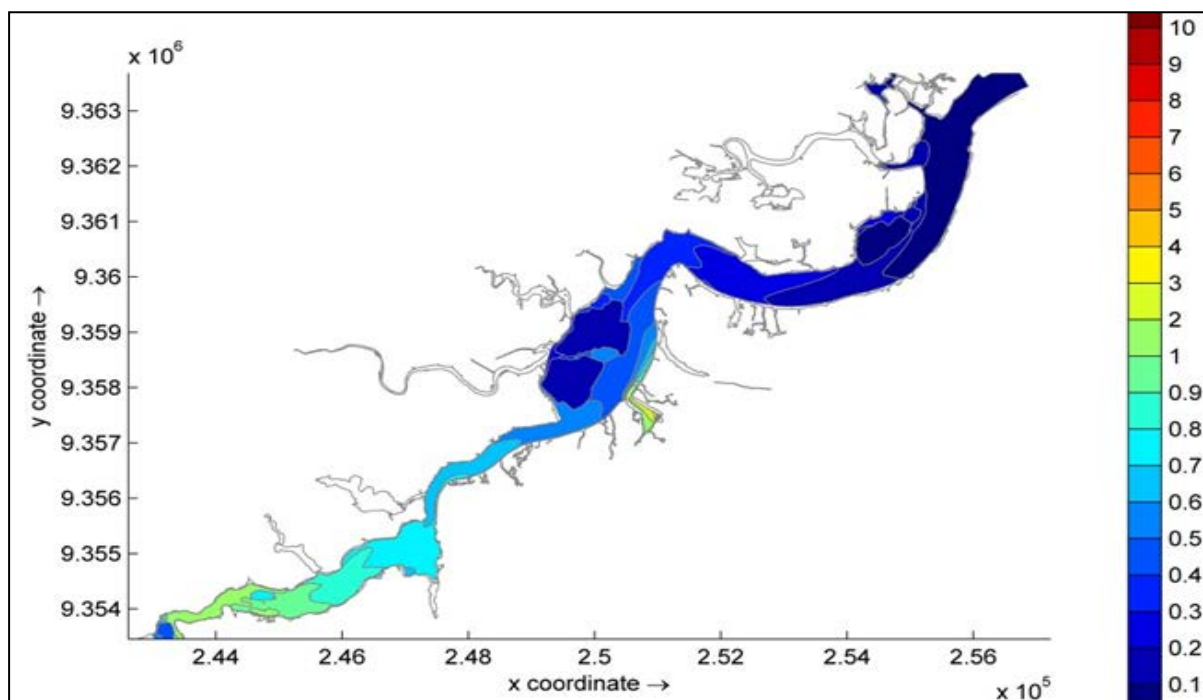


Figura 2. Valores de Fósforo Orgânico (em gP/m<sup>3</sup>) para o início da maré vazante.

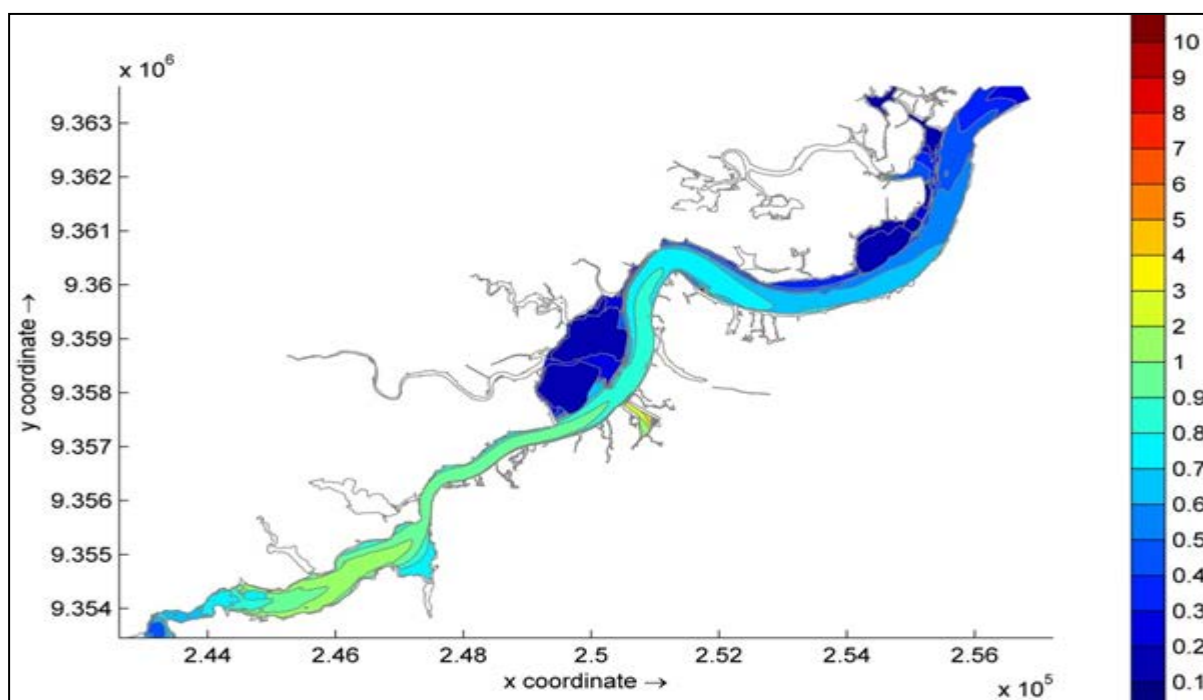


Figura 3. Valores Fósforo Orgânico (em gP/m<sup>3</sup>) o final da maré vazante e a reversão para a enchente.



## CONCLUSÕES

A análise da modelagem da dispersão do fósforo orgânico dissolvido mostra que a região ambientalmente mais sensível do estuário estudado, está situada entre Macaíba e sua porção intermediária do mesmo.

Mais do que a capacidade de autodepuração, que é relativamente elevada nessa porção do estuário, o fator que determina essa sensibilidade ambiental reside no número de cargas difusas de natureza diversa.

O Estuário do Potengi é caracterizado por grande influência da maré e por ligeira compressão de suas margens (afunilamento) na medida em que a maré progride, estuário acima.

Esse comportamento classifica o estuário como hipersíncrono onde, por conservação de energia, a altura da maré e as correntes aumentam estuário acima, influenciando o tempo de concentração e a dispersão do nutriente estudado no presente trabalho.

A modelagem do fósforo orgânico pode ser utilizada para determinar pontos estratégicos de proteção na região do estuário e deve servir como um dos elementos para a elaboração de políticas de monitoramento e controle da entrada de cargas poluentes, por exemplo, com a implantação de sistemas de coleta e tratamento dos esgotos que entram de forma indiscriminada no manancial.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011. Conselho Nacional do Meio Ambiente: CONAMA, Brasília, DF, maio de 2011.
2. COTOVICZ JUNIOR, L. C., BRANDINI, N., KNOPPERS, B. A., SOUZA, W. F. L., MEDEIROS, P. R. P. Comparação de Modelos e Índices para Avaliação do Estado Trófico do Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú-Manguaba (AL). *Geochemistry Brasiliensis*. Vol. 26, No 1, 2 – 12. 2012.
3. DELFT HYDRAULICS. Manual Delft3D-Flow. User Manual, 2014
4. TAVARES, J. L.; CALADO, A. L. A.; FONTES, R. F.C. Estudos iniciais para uso do índice TRIX para análise do nível de eutrofização no estuário do rio Potengi – Natal – RN – Brasil. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica*. Vol. 7, No. 3, 297 – 308, 2014.
5. VOLLENWEIDER, R.A., GIOVANARDI, E., MONTANARI, G., RINALDI, A. Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic sea: proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index. *Environmetrics* 9, 329–357. 1998.