

# Modelação da Ecotoxicidade na Bacia do Trancão



Trancoso<sup>1</sup>, A.R., F. Braunschweig<sup>1</sup>, R. Neves<sup>1</sup>, F. Brito<sup>2</sup>, M.A. Morbey<sup>2</sup>, A. Picado<sup>3</sup>, E. Mendonça<sup>3</sup>, C. Cortez<sup>4</sup>, A. Rodrigues<sup>5</sup>, R. Hernan<sup>6</sup>, P. Whitehouse<sup>7</sup>, I. Johnson<sup>8</sup>

1.MARETEC – Instituto Superior Técnico ([ana.rosa.maretec@ist.utl.pt](mailto:ana.rosa.maretec@ist.utl.pt)); 2.Instituto do Ambiente; 3.INETI; 4.SMASLoures; 5.CCDD-LVT; 6. Enterprise Ireland; 7. Environmental Agency, UK; 8.Water Research Centre, UK

## Introdução

Os recursos aquáticos têm sido desde sempre objecto de preocupação ambiental e têm sido desenvolvidas metodologias de avaliação de impactos que contabilizam os efeitos dos poluentes no ecossistema. A ecotoxicidade apresenta-se como um indicador da toxicidade de efluentes complexos, sem recorrer à análise química extensiva das substâncias descarregadas no meio receptor. O transporte e diluição de misturas complexas descarregadas no meio receptor influenciam o seu efeito no ecossistema. Assim, a modelação pode constituir um instrumento relevante no estudo da toxicidade, simulando os processos que ocorrem no meio receptor (precipitação, transporte, diluição, infiltração, deposição, etc.) podendo-se analisar diversos cenários de gestão e definir zonas de risco potencial, para cada caso de estudo e/ou em geral.

Apresentam-se os primeiros resultados de um modelo de transporte de toxicidade em desenvolvimento no âmbito do Projecto de Demonstração LIFE02/ENV/P/000416 – ECORIVER – Avaliação Ecotoxicológica de Águas Residuais, Municipais e Industriais na Bacia do Rio Trancão ([www.lambiente.pt/ecoriver](http://www.lambiente.pt/ecoriver)) iniciado em 2002. O objectivo deste projecto é o desenvolvimento de técnicas laboratoriais e informáticas que permitam elaborar critérios de avaliação ecotoxicológica para águas residuais e seus efeitos no meio receptor. A bacia do Rio Trancão constitui a área de estudo, dado tratar-se de uma zona densamente urbanizada e industrializada com problemas ambientais já há vários anos. Neste projecto, a monitorização da bacia através de análises químicas e ecotoxicológicas é complementada pela utilização de um modelo numérico (MOHID – [www.mohid.com](http://www.mohid.com)) que tem vindo a ser desenvolvido no Instituto Superior Técnico e que permite simular as componentes terrestres do ciclo da água (águas superficiais, subterrâneas, estuários e oceano) de modo independente e com o nível de complexidade adequado ao caso de estudo.

## Metodologia

### O Modelo Numérico MOHID

O modelo numérico MOHID calcula a hidrodinâmica e o transporte de propriedades na bacia hidrográfica, simulando os processos esquematizados na Figura 1. O modelo foi programado segundo uma filosofia orientada por objectos onde cada processo é simulado num módulo específico, facilitando a adição de novos processos, como o transporte da toxicidade. A estrutura modular do MOHID permite ainda simular o escoamento no Estuário do Tejo em simultâneo com o da Bacia do Trancão, obtendo-se uma condição de fronteira inferior dinâmica (ver Figura 2).

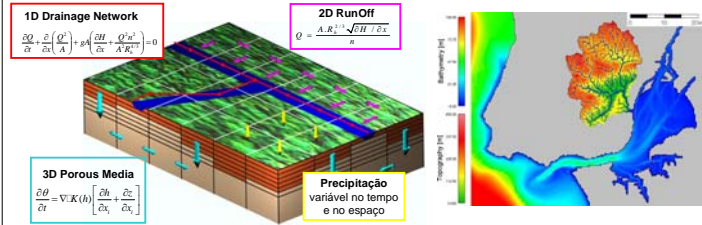


Figura 1: Processos hidrodinâmicos simulados numa bacia hidrográfica (setas cores) e equações de transporte relativas a cada processo

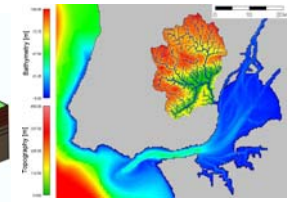


Figura 2: Topografia da Bacia do Trancão e Batimetria do Estuário do Tejo e Costa Ocidental Portuguesa

### Modelo Conceptual de Ecotoxicidade

A Ecotoxicidade pode depender da concentração de uma forma não linear. Por conseguinte, a sua simulação requer a resolução da equação de transporte da concentração e a capacidade de converter esta concentração em efeitos tóxicos. Essa função (Figura3) será definida de acordo com valores encontrados na literatura e no trabalho laboratorial do projecto ECORIVER.

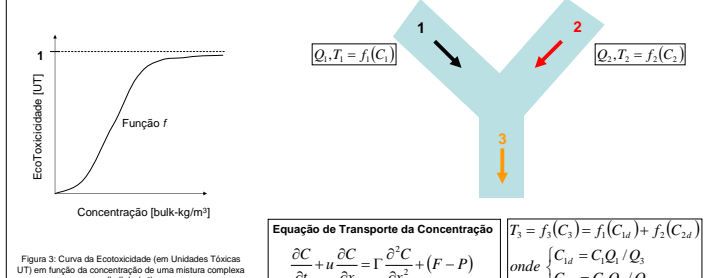


Figura 3: Curva da Ecotoxicidade (em Unidades Tóxicas UT) em função da concentração de uma mistura complexa [bulk-kg/m³].

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + (F - P)$$

$$T_3 = f_3(C_3) = f_1(C_{1d}) + f_2(C_{2d})$$

onde  $\begin{cases} C_{1d} = C_1 Q_1 / Q_3 \\ C_{2d} = C_2 Q_2 / Q_3 \end{cases}$

Figura 4: Esquema numérico para o cálculo da Ecotoxicidade na Rede Fluvial.

Legenda: Q – Caudal [m³/s]; C – Concentração da mistura complexa [bulk-kg/m³]; u – velocidade do escoamento [m/s]; D – Difusividade [m²/s]; F – Fontes e P – Poços [bulk-kg/(m³.s)]; T – Ecotoxicidade [UT]

## Resultados

### Processos Simulados

**Hidrodinâmica:** Foram simulados o transporte na rede fluvial da Bacia do Trancão (modelo unidimensional que utiliza o Módulo Drainage Network). Considerou-se uma bacia impermeável (infiltração nula), precipitação constante no tempo e no espaço (2 mm/hora) e uma descarga de 1 m³/s durante 1 hora no ponto P1 (ver Figura 5).

**Toxicidade:** Simulou-se o transporte da Ecotoxicidade, com uma descarga no ponto P1 de 0.01 UT/m³, durante 1 hora. Nesta etapa inicial de desenvolvimento do modelo, assumiu-se que a relação entre a Ecotoxicidade e a concentração da mistura era linear.

Os resultados apresentados foram analisados através do **MOHID GIS**, que é um Sistema de Informação Geográfica à semelhança do ArcView mas que permite visualizar variações no tempo e formatar/ler os ficheiros de entrada e saída do modelo (pré e pós processamento de dados do modelo MOHID).

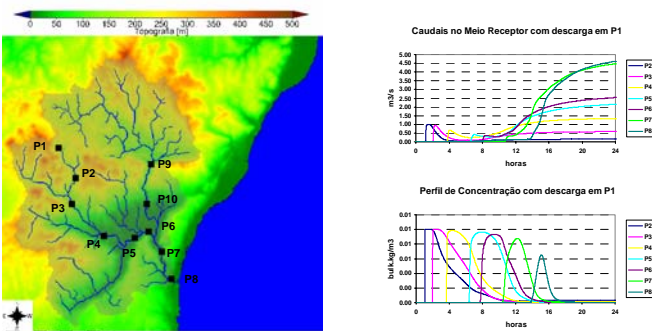
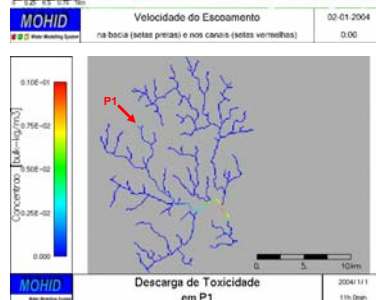
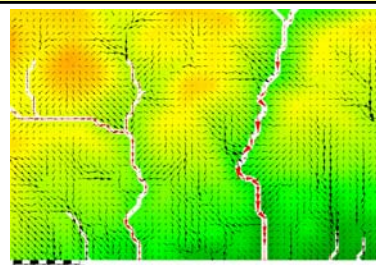
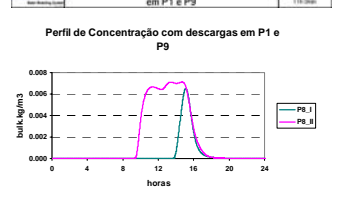
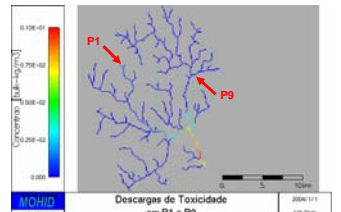


Figura 5: Séries Temporais no Rio Trancão



### Variação Espacial das Descargas

Ao adicionarmos uma descarga no ponto P9 pode-se verificar que a mistura das 2 descargas altera a toxicidade (ver linha cor-de-rosa no gráfico em baixo)



## Conclusões & Trabalho Futuro

– A simulação do transporte da Ecotoxicidade ao longo do meio receptor, à escala da bacia hidrográfica, permite concluir que a diluição é um factor significativo na avaliação do impacto ambiental de descargas tóxicas.

– Os critérios ambientais ecotoxicológicos devem ter em conta as características morfológicas da bacia hidrográfica em estudo, como a topografia, uso do solo e precipitação na zona, e para tal a modelação numérica pode revelar-se indispensável.

– Serão incluídos os processos de decaimento da toxicidade no meio receptor, bem como os processos relativos à fase particulada, tais como a adsorção aos sedimentos, a deposição, ressuspensão, e a dissolução. O MOHID já inclui um módulo para a dinâmica sedimentar, pelo que basta ligar estes processos ao transporte na bacia e à toxicidade.

– Os resultados do modelo hidrodinâmico e de ecotoxicidade serão validados com medidas experimentais, em simulações que incluam valores reais de precipitação, infiltração e principais descargas na bacia.

– A simulação dinâmica da condição de fronteira inferior (Estuário do Tejo) será efectuada para avaliar a influência da maré na diluição da toxicidade, tendo em conta ainda que existem bastantes descargas para o Estuário do Tejo perto da saída do Rio Trancão.