



VIII Congresso Ibérico
de Geoquímica
XVII Semana
de Geoquímica

MODELO DE DISPERSÃO DE POLUENTES EM LINHAS DE ÁGUA SOB A INFLUÊNCIA DE DESCARGAS DE ETAR – UM EXEMPLO PORTUGUÊS

POLLUTANT DISPERSION MODEL IN STREAMS UNDER THE INFLUENCE OF WASTEWATER TREATMENT PLANT DISCHARGES – A PORTUGUESE CASE STUDY

N. Carvalho¹, N. Oliveira¹, P. Almeida¹, A. Silva¹, I.M.H.R. Antunes¹, A. Ferreira¹, T. Albuquerque^{1*}

^{1*} Instituto Politécnico de Castelo Branco, Portugal. teresal@ipcb.pt

Resumo

O impacto de descargas de ETAR, na qualidade da água, deve ser monitorizado e controlado. Este trabalho centra-se no rio Ocreza, apresentando um exemplo do impacto devido às descargas de uma ETAR num dos seus afluentes. As amostras foram colhidas entre a descarga da ETAR e a sua confluência com o rio Ocreza. As amostras, aproximadamente equidistantes, foram localizadas e georreferenciadas a jusante de contribuições secundárias. Três campanhas foram realizadas durante o ano hidrológico de 2010: inverno chuvoso (janeiro), condições intermediárias (março) e verão seco (junho). Para todas as campanhas e os pontos amostrados, foi estimado o caudal e analisados os parâmetros químicos seguintes: carência bioquímica de oxigénio aos cinco dias (CBO_5), oxigénio dissolvido (OD), resíduo seco, P_{total} , N_{total} , pH, temperatura e parâmetros microbiológicos. Um modelo de dispersão hidrodinâmico foi usado para simular a poluição no rio Ocreza, devido à descarga de efluentes. O software QUAL2kw (Pelletier et al, 2006) foi usado para construir um modelo de qualidade da água. Os resultados das simulações são consistentes com as observações de campo e demonstram que o modelo foi calibrado corretamente, permitindo, deste modo, estudos de viabilidade de diferentes esquemas de tratamento e desenvolvimento de actividades de monitorização específicas.

Palavras chave: Descargas de ETAR; Modelo de dispersão; Simulação numérica

Abstract

The impact of several wastewaters treatment plants discharges on water quality must be monitored and controlled. This paper focuses on the Ocreza river, presenting an example of the impacts due to a wastewaters' plant discharges in one of its tributaries. Samples were collected between the wastewaters treatment plant discharges and the Ocreza river confluence. They were located and georeferenced downstream of secondary inflows at approximately equal distances. Three campaigns were taken during the 2010's hydrological year: rainy winter (January), intermediate conditions (March) and dry season (June). For all campaigns and sampled points, a field flow measurement was done and the following chemical parameters were analysed: (BOD_5) biochemical oxygen demand for 5 days, (DO) dissolved oxygen concentration, dry residue, P_{total} , N_{total} , pH, temperature and microbiological parameters. A coupled hydrodynamic and water dispersion model was used to simulate the pollution in the Ocreza River due to sewage effluent. The QUAL2kw software was used to construct a water quality model. The simulation results are consistent with field observations and demonstrate that the model has been correctly calibrated and thus, allowing feasibility studies of different treatment schemes and the development of specific monitoring activities.

Keywords: Wastewater plant discharges, Dispersion model, Numerical simulation

Introdução

A bacia do Ocreza tem uma área de cerca de 143 000 hectares, correspondendo aproximadamente a 5,8% da área total da bacia do Tejo e abrange os concelhos de Castelo Branco, Fundão, Mação, Oleiros, Proença-a-Nova e Vila Velha de Ródão.

A actividade agrícola é, ainda, a mais significativa nesta região, no entanto, tem-se verificado, nos últimos anos, um desenvolvimento urbano, turístico e industrial com uma cada vez maior expressividade.

As zonas envolventes dos principais planos de água constituem Unidades Operativas de Planeamento e Gestão, as quais se destinam preferencialmente a uso turístico (Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tejo, 1999).

O impacto de descargas de ETAR, na Qualidade da Água, deve ser monitorizado e controlado pois reveste-se de importância vital na saúde e qualidade de vida das populações.

Área em estudo

O rio Ocreza é um rio localizado na região centro de Portugal, cuja nascente se encontra na Serra da Gardunha a sensivelmente 1160m de altitude e conflui a cerca de 80km da origem, no rio Tejo. Ao longo do seu percurso, tem diversas contribuições de afluentes que na grande maioria transportam descargas provenientes de distintas ETAR.

A avaliação do impacto ambiental, provocado pelas descargas de ETAR, e consequente contaminação da água do rio Ocreza, tem como referência a legislação nacional (Diário da República, 2007), a partir da caracterização e contribuições das sub-bacias dos afluentes: Ribeira da Freixada; Rio Ramalhão; Ribeiro dos Fetos e a Ribeira da Lória (Fig. 1).

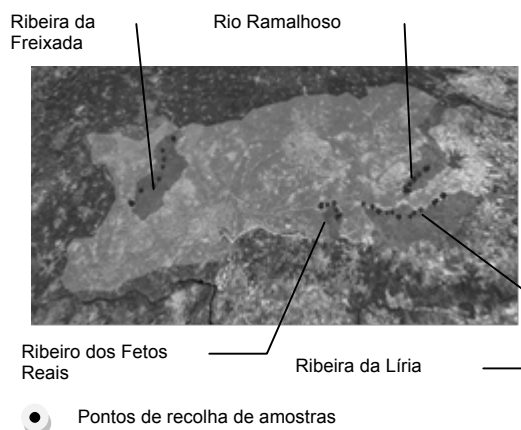


Fig. 1 – Bacia do Rio Ocreza e localização dos pontos amostrados, para as quatro sub-bacias.

Material e Métodos

Amostragem e Monitorização

Os trabalhos iniciaram-se com a delimitação e caracterização geográfica e geológica da bacia do Rio Ocreza.

Tendo em conta as características gerais das ETAR localizadas na área em estudo e nas principais fontes poluentes identificadas, foram individualizados os principais poluentes envolvidos.

O plano de amostragem foi estabelecido recorrendo à interface ArcPad, permitindo a fácil localização dos pontos de recolha e a sua georreferenciação. Estabeleceu-se uma malha localizando o primeiro ponto a montante da descarga, o segundo na descarga da ETAR e os seguintes a jusante das principais contribuições secundárias, numa distribuição espacial aproximadamente equidistante (Fig. 2).

Três campanhas foram realizadas durante o ano hidrológico de 2010: inverno chuvoso (Janeiro), condições intermediárias (Março) e verão seco (Junho). Para todas as campanhas e os pontos amostrados, foi estimado o caudal e analisados os parâmetros físico-químicos: carência bioquímica de oxigénio aos cinco dias (CBO₅), concentração de oxigénio dissolvido (DO), resíduo seco, P_{total}, N_{total}, pH, temperatura e parâmetros microbiológicos (Davis et al., 2005).

Tabela 1 – Análises referentes à campanha de Janeiro - Rio Ramalhão

Amostras	Temp. °C	pH ES	SST mg/L	CDO mg/L	CBO5 mg/L	Az. Total mg/L	Fósf. total mg/L	CF 44°C UFC/100ml
P1	9,29	8,5	10	9	4	5	1	40
P2	11,86	7,92	1	12	4	5	1	230
P3	9,28	8,35	5	9	4	5	1	60
P4	9,63	7,87	7	13	5	5	1	60
P5	9,75	7,82	8	16	6	5	1	80
P6	11,03	8,22	12	17	6	20	2	1200
P7	9,66	8,51	4	9	4	5	1	60
P8	9,54	7,6	7	9	4	5	1	100
P9	10,11	8,24	7	46	10	17	1	80
P10	10,57	7,71	8	9	4	5	1	50
P11	9,94	7,57	6	16	5	5	1	3600
P12	10,64	7,81	2	12	5	5	1	130

Com a realização de três campanhas de amostragem, foi possível avaliar a variabilidade temporal dos diversos parâmetros ao longo dos diferentes afluentes e, desta forma, quantificar o seu contributo na qualidade da água do rio Ocreza.

Os trabalhos iniciaram-se com a caracterização geográfica e geológica da bacia do Rio Ocreza.



Fig. 2 – Recolha de amostras na Ribeira da Lória.

Simulação Numérica

A simulação da qualidade da água foi realizada recorrendo ao software QUAL2Kw.

O modelo, de cálculo unidimensional de regime permanente, foi desenvolvido pela EPA – Environmental Protection Agency dos Estados Unidos da América - e pode ser aplicado a situações em que os valores de caudal e carga poluente afluentes ao sistema se mantêm sensivelmente constantes no tempo (Pelletier et al., 2006)

O modelo simula o transporte e destino final de um número de constituintes como seja: a temperatura, CBO_5 , DO (e diversas formas de nutrientes de fósforo e azoto. Permite, ainda, a simulação de outros constituintes como: pH, alcalinidade, sólidos inorgânicos dissolvidos e bactérias patogénicas.

A calibração e validação foram efectuadas para as três campanhas, representativas das condições que ocorrem na bacia hidrográfica ao longo do ano hidrológico. A calibração, foi efectuada para os parâmetros CBO_5 , pH, Fósforo total e OD.

Na figura seguinte é apresentado o exemplo das simulações efectuadas no rio Ramalhoso, para a temperatura, OD, CBO_5 e pH, na campanha correspondente ao máximo caudal (Janeiro/2010). (Fig.3).

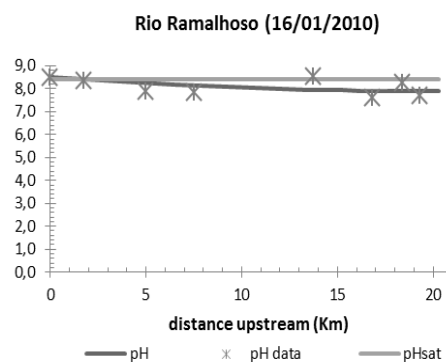
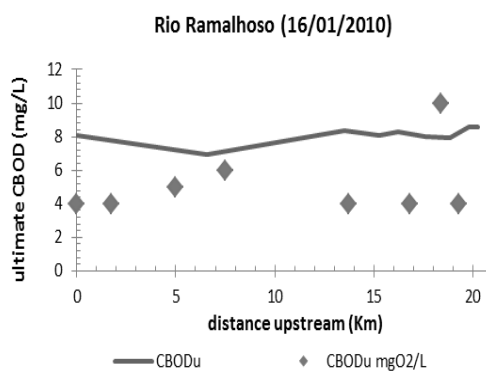
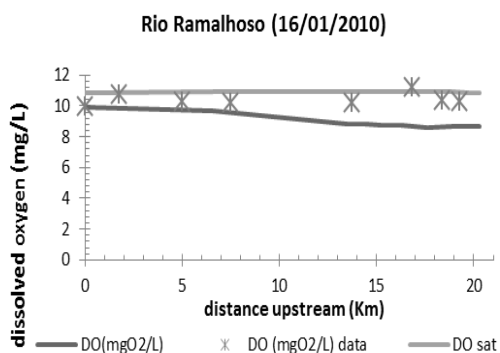
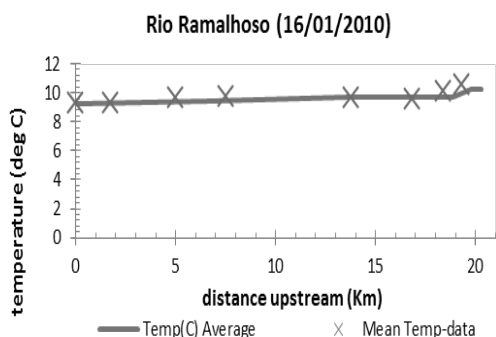


Fig. 3– Resultados da calibração para a campanha de Janeiro (temperatura, OD, CBO_5 e pH)

Os valores gerados pelo modelo matemático, mostram proximidade com os valores observados em campo, com maiores proximidades nos períodos de maior caudal, como os verificados na campanha de Janeiro/2010 (Fig. 3).

Tendo em consideração, os valores expressos no Decreto-Lei n.º 306/07, no que se refere aos objectivos ambientais de qualidade mínima para as águas superficiais, o caso em estudo, poderá considerar-se uma linha de água com qualidade.

Conclusões e desenvolvimentos futuros

Para determinação do nível da poluição no Rio Ocreza, foram efectuadas simulações no modelo hidrodinâmico de qualidade da água, QUAL2Kw (Pelletier et al., 2006), utilizando a combinação dos dados de entrada (físicos, químicos e bacteriológicos) recolhidos nas três campanhas.

Deste modo, foi possível simular a vulnerabilidade das linhas de água em estudo e avaliar a eficiência do tratamento das águas residuais nas ETAR, tendo em consideração o impacto no rio Ocreza.

Pelo exposto e no referente aos objectivos ambientais, para a qualidade mínima das águas

superficiais, podem considerar-se, os casos estudados, como sendo linhas de água com qualidade.

Em trabalhos futuros pretende-se melhorar a malha de amostragem, permitindo uma melhor caracterização das contribuições secundárias nomeadamente as entradas e saídas de fluxo secundárias. Pretende-se ainda fazer recolhas de amostras compósitas, preferencialmente em intervalos de uma hora durante vinte e quatro horas, nos pontos seleccionados.

Agradecimentos

Às **Águas do Centro**, entidade financiadora de todas as análises realizadas permitindo a realização deste trabalho;

Ao Professor Greg Pelletier da **Universidade de Columbia, Washington, USA**, pela disponibilidade e ajuda preciosa na interpretação dos resultados.

Referências Bibliográficas

Decreto-lei nº 306/2007, Legislação Portuguesa para a qualidade da água I-A. 5747-5765: Diário da República, Lisboa, Portugal.

Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território 1999; Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tejo, Instituto da Água.

Davis, Allen P, McCuen, Richard H. 2005. Water Quality Parameters, New York, NY: Springer Science+Business Media, Inc, pp. 11-36.

Gregory J. Pelletier, Steven C. Chapra, Hua Tao. 2006. QUAL2kw - A framework for modeling water quality in streams and rivers using a genetic algorithm for calibration, Environmental Modelling & Software 21, 419-42.

Beetsma, J.J. 1995. The late Proterozoic/Paleozoic and Hercynian crustal evolution of the Iberian Massif, Northern Portugal. Unpublished PhD thesis, Faculty of Earth Sciences, Vrije Univ., Amsterdam, 233 pp.

Haskin, L.A., Haskin, M.A., Frey, F.A., Wildman, T.R. 1968. Relative and absolute terrestrial abundances of the rare earths. In: Ahrens, L.H. (Ed.), Origin and Distribution of the Rare Elements, vol. 1. Pergamon, Oxford, pp. 889– 911.

Schmidt, M.W. 1992. Amphibole composition in tonalite as a function of pressure: an experimental calibration of the Al in hornblende barometer. Contrib. Mineral. Petrol. 110, 304– 310.