

9º Seminário sobre Águas Subterrâneas

Campus de Caparica, 7 e 8 de Março de 2013
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Patrocinadores



EVOLUÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA ZONA ENVOLVENTE AO COMPLEXO QUÍMICO DE ESTARREJA. PERSPETIVAS FUTURAS

Teresa E. LEITÃO¹, João Paulo LOBO FERREIRA², Tiago MARTINS³

¹ Núcleo de Águas Subterrâneas, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, Portugal, 218 443 802, tleitao@lnec.pt

² Núcleo de Águas Subterrâneas, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, 218 443 609, lferreira@lnec.pt

³ Núcleo de Águas Subterrâneas, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, Portugal, 218 443 561, tmartins@lnec.pt

RESUMO

No âmbito de um trabalho elaborado pelo Núcleo de Águas Subterrâneas do LNEC para a ARH Centro intitulado "Modelação Qualitativa e Quantitativa em Aquíferos da Região Hidrográfica do Centro" foi caracterizada a qualidade da massa de águas subterrâneas do Quaternário de Aveiro, em termos do seu estado químico global bem como uma caracterização detalhada da evolução da qualidade das águas na área envolvente do Complexo Químico de Estarreja (CQE) e perspetivas futuras. Neste artigo apresenta-se uma síntese dos resultados obtidos.

O objetivo subjacente a esta análise foi obter a informação necessária para compreender a evolução da qualidade das águas subterrâneas nas últimas décadas junto ao CQE e, assim, dispor da informação de base para poder efetuar a modelação do transporte de solutos com o modelo MODFLOW (apresentada em Martins *et al.*, 2011). Esta ferramenta de gestão permitiu não só compreender a evolução passada, mas também simular cenários de evolução futura que permitem melhor gerir o sistema.

Palavras-chave: águas subterrâneas; poluição industrial; CQE; evolução.

ENQUADRAMENTO

Os resultados das atividades antrópicas associadas ao CQE (cf. Fig. 1 com a síntese do tipo de resíduos associados) continuam a constituir motivo de preocupação para a qualidade das águas subterrâneas deste aquífero, mantendo o apresentado em diversos trabalhos anteriores (Ferreira da Silva, 1989, Barradas, 1992, Ferreira, 1995, Leitão, 1997, Ordens, 2007). Neste documento apresenta-se uma análise evolutiva da qualidade com base em todos os dados disponíveis, alertando para a necessidade de prosseguir a análise da evolução da qualidade após a grande intervenção de remoção de resíduos sólidos, efetuada em 2004/05 (Fig. 1). Esta intervenção consistiu no encapsulamento dos resíduos e materiais contaminados resultantes da atividade industrial do CQE e a deposição numa estrutura nova localizada na área de deposição de resíduos de pirites. Os resíduos depositados foram de pirites, lamas de mercúrio, resíduos diversos da Cires, lamas de hidróxido de cálcio, bem como todos os solos subjacentes escavados até à profundidade de ocorrência do nível freático (ERASE, 2006). Os solos contaminados do leito e terrenos marginais das valas da Breja, São Filipe e Canedo de Veiros foram excluídos do projeto de remoção.

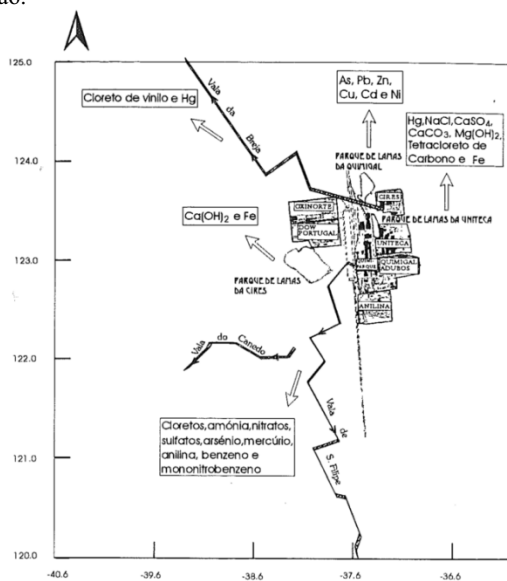


Fig. 1 - Localização esquemática das indústrias do Complexo Químico de Estarreja e respetivos parques de lamas, valas de efluentes e principais poluentes delas provenientes (Leitão, 1997)

AVALIAÇÃO DO ESTADO QUÍMICO DA MASSA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO QUATERNÁRIO DE AVEIRO

A avaliação do estado químico (EQ) desta massa de água foi efetuada para o período de 2007 a 2010, com base na informação de 22 pontos de água onde foram efetuadas 153 análises químicas entre 12-03-2007 e 28-04-2010. Quinze dos pontos referidos pertencem à rede de nitratos das zonas vulneráveis de Estarreja-Murtosa e do Litoral Centro, nos casos em que se encontram na MAS do Quaternário de Aveiro, e os restantes pertencem à rede de qualidade da ARH Centro (cf. Fig. 2). A Fig. 2 apresenta uma projeção das diversas redes de pontos de água com informação da qualidade química, bem como com outros pontos inventariados e com *logs*, neste último caso apenas para a área de Estarreja onde se desenvolveu o modelo de escoamento e de transporte de massa.

Com base no critério dos limiares de qualidade (LQ) ou das normas de qualidade (NQ), e de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006, a avaliação do estado químico foi efetuada, para cada ponto de monitorização, através do cálculo dos valores médios de nove parâmetros e da sua comparação com as NQ e limiares definidos em INAG (2005). Para o conjunto de análises químicas fornecidas pela ARH Centro não havia informação para os seguintes quatro, dos 13, elementos: mercúrio, tricloroetileno, tetracloroetileno e pesticidas. A Fig. 2 apresenta o mapa com a síntese da avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas do Quaternário de Aveiro, com o parâmetro responsável pelo EQ medíocre de cada ponto.

A comparação entre os resultados dos valores médios por ponto de monitorização permite concluir que há 13 pontos de monitorização, dos 22 analisados, que apresentam valores médios que excedem os limiares de qualidade das águas subterrâneas.

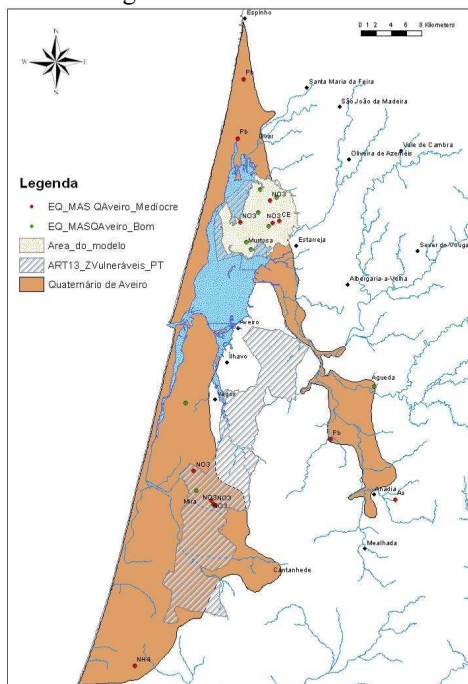


Fig. 2 - Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas do Quaternário de Aveiro, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006

A análise do critério relativo à percentagem da área ponderada em que as normas de qualidade ambiental ou os limiares são ou não excedidos numa massa de águas subterrâneas em 20%, mostra que para o parâmetro NO₃- com valor médio superior ao respetivo limiar, é excedido mais que 20% da área afetada (7 de 22 pontos, i.e. 31,8%), e que o parâmetro Pb é excedido em 42,9% (3 de 7 pontos) da área. No caso do Pb, o escasso número de análises químicas revela informação insuficiente para considerar de confiança a avaliação efetuada, podendo conduzir a uma rápida alteração desta análise em face de novos dados. Importa aumentar o número de análises químicas deste elemento e dos restantes quatro referidos como estando em falta para todos os pontos. Os resultados finais da avaliação efetuada permitem verificar que esta massa se encontra em estado medíocre causada pelo parâmetro NO₃-.

ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DA QUALIDADE DA MASSA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO QUATERNÁRIO DE AVEIRO, NA ZONA ENVOLVENTE DO CQE

Esta análise foi realizada com base na informação disponibilizada pela ARH do Centro (rede WISE, rede nitratos e dados SNIRH), a que se juntaram os dados de trabalhos desenvolvidos na área, nomeadamente Leitão (1997) e Ordens (2007).

Os resultados foram organizados de forma a poder analisar as diferenças ocorridas para a qualidade das águas numa década, pelo que se apresentam nas figuras os dados anteriores a 1995 e após 2005 (cf Fig. 3e Fig. 4).

Pese embora o facto de os pontos de observação não serem os mesmos verifica-se, na maioria das situações, uma ligeira migração para SW, da ordem de algumas centenas de metros, do foco de maior concentração dos elementos. Este será, pelo menos, o caso do Cl, SO₄, As e Zn.

Em relação à concentração em nitratos, a informação disponível é bastante mais vasta, permitindo uma análise mais detalhada. A Fig. 4 mostra uma clara variação sazonal da qualidade, mantendo-se no presente elevadas concentrações, responsáveis pela declaração da zona vulnerável de Estarreja - Murtosa.

9º Seminário sobre Águas Subterrâneas

Campus de Caparica, 7 e 8 de Março de 2013 | Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

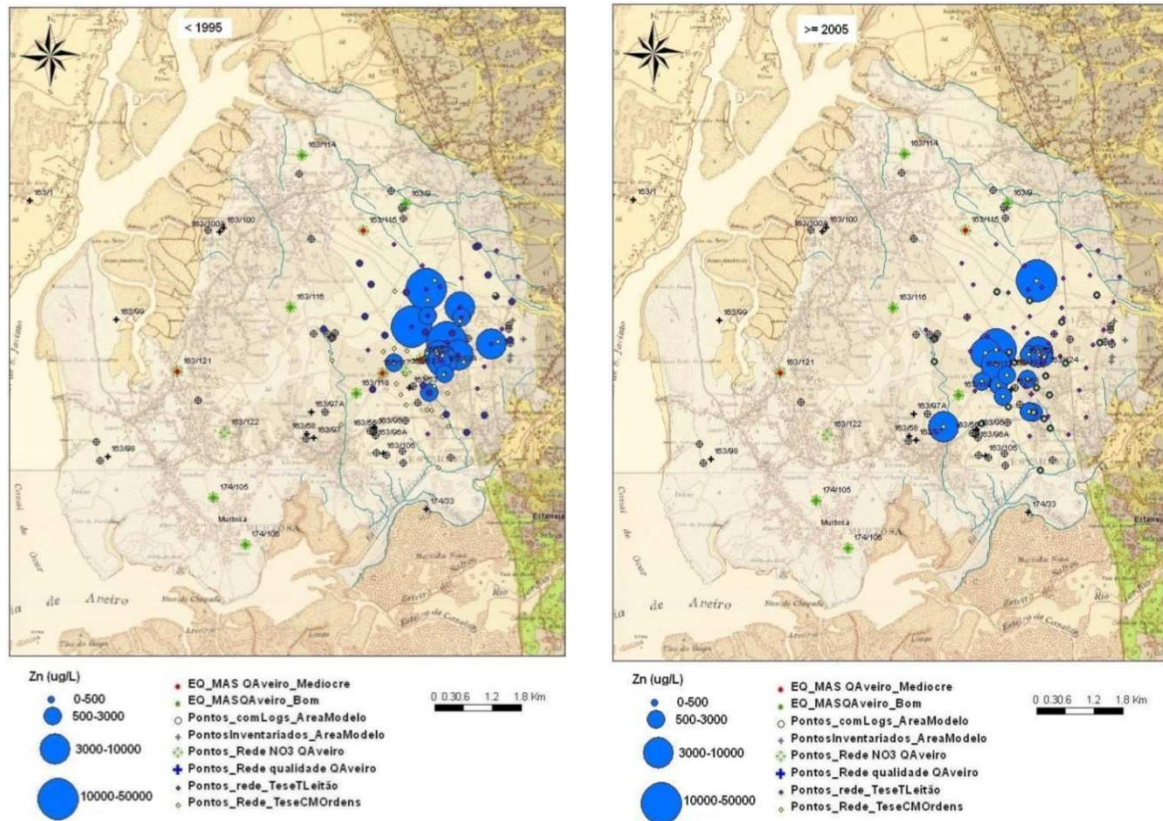


Fig. 3 - Evolução da concentração em zinco no aquífero Quaternário de Aveiro, área do CQE

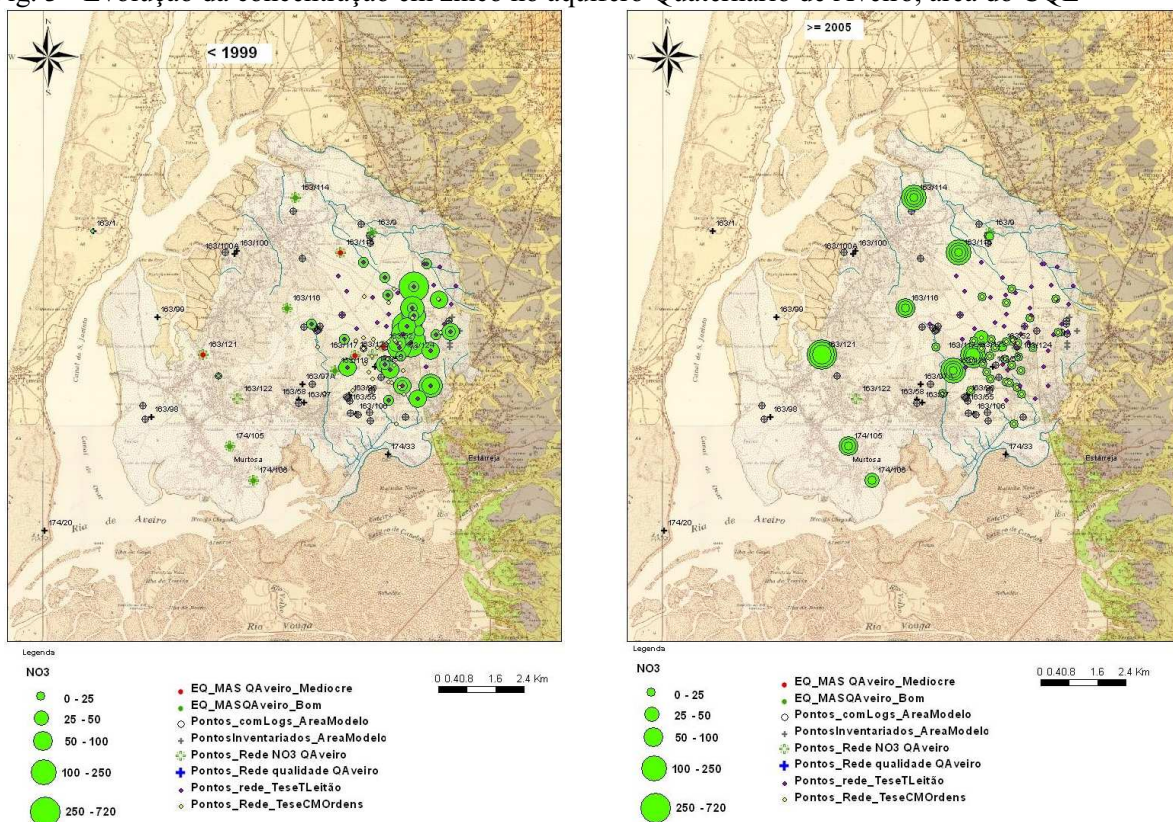


Fig. 4 - Evolução da concentração em nitratos no aquífero Quaternário de Aveiro, área do CQE

Para compreender a evolução da qualidade das águas subterrâneas nas últimas décadas junto ao CQE bem como simular cenários de evolução futura foi feita uma análise da propagação de partículas com o modelo

MODFLOW visando perceber qual a tempo de deslocação de uma partícula de densidade padrão. Os resultados permitiram confirmar a deslocação dos contaminantes, ainda que ligeira, para SW. Esta pequena deslocação é facilmente observada na Fig. 5 em que a distância média aproximada pelo conjunto de partículas é de aproximadamente 1400 m (com um valor máximo de 1600 m e um valor mínimo de 930 m) para um período de 3650 dias (10 anos), o que se coaduna com a progressão da concentração de contaminantes observada na última década, de NE para SW.

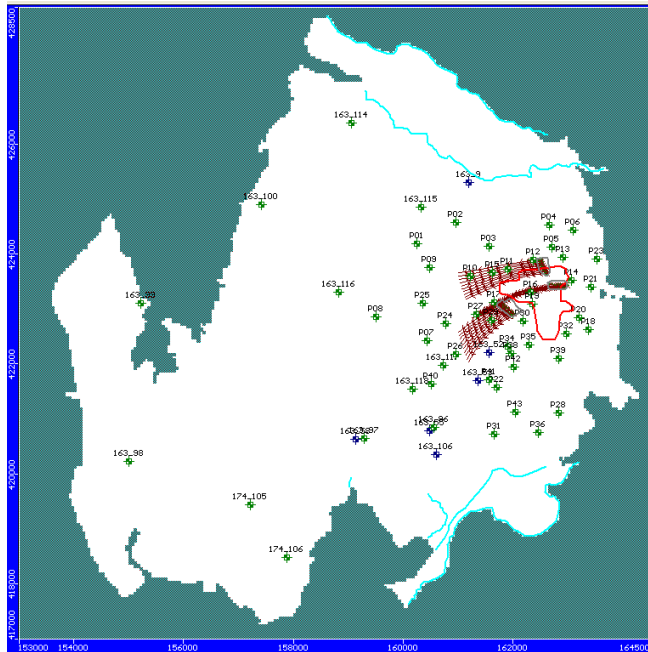


Fig. 5 - Propagação das partículas no espaço temporal de 10 anos

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A análise efetuada permitiu verificar que a manutenção, durante 10 anos, das concentrações químicas da maioria dos elementos nas águas subterrâneas se deve ao facto das principais pressões ligadas ao CQE terem persistido (à data das últimas medições, i.e. 2005). De facto, para o caso dos nitratos cujas pressões são essencialmente sazonais, observam-se oscilações claras da sua concentração nas águas subterrâneas, evidenciando a capacidade de diluição induzida pela água de recarga.

Nesse contexto, e atendendo à existência de um conjunto de situações novas (aterro de resíduos industriais do CQE construído em 2004/05; novos dados da qualidade das águas subterrâneas na zona do CQE com informação desde 2005), recomenda-se prosseguir este trabalho, analisando a melhoria de qualidade das águas subterrâneas conseguida em seis anos e utilizando o modelo matemático calibrado do LNEC como ferramenta para simular essa evolução.

Por outro lado, deveria ser analisado o tempo de recuperação da qualidade das águas subterrâneas do aquífero num cenário onde não fosse realizada mais nenhuma intervenção, aferindo se é aceitável e propondo as medidas necessárias. Esses cenários futuros seriam corridos a partir de 2005, em regime transitório e para condições diferentes de precipitação e evapotranspiração considerados no cálculo da recarga, para simular o tempo necessário para o decréscimo dos elementos químicos principais após a remoção de resíduos para aterro.

Em termos de precaução, seria ainda vantajoso determinar as variações do fluxo normal do sistema em caso de subida acentuada do prisma de maré dentro da ria e tempo de permanência de possíveis contaminantes mobilizados nesse processo.

Bibliografia

- Barradas, J.J.M. (1992) – “Geoquímica de Elementos Maiores e Vestigiais em Amostras de Solos, Sedimentos de Valas e Águas Subterrâneas. Contribuição para a Caracterização Ambiental da Zona Envolvente ao Complexo de Estarreja. Aveiro”. Tese de Doutoramento apresentada à Universidade de Aveiro, 204 pp.
- Ferreira da Silva, E.A. (1989) – “Impacte Ambiental de Elementos Maiores e Vestigiais no Aquífero Superficial de Estarreja: Caracterização da Zona Envolvente ao Complexo Químico”. Universidade de Aveiro, 107 pp.
- Ferreira, P. (1995) – “Hidrogeologia do Quaternário da Região Norte da Ria de Aveiro”. Dissertação de Mestrado. Univ. Aveiro.
- Leitão, T.E. (1997) – “Metodologias para a Reabilitação de Aquíferos Poluídos”. Tese de Doutoramento desenvolvida no LNEC e apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, publicada nas Teses e Programas de Investigação do LNEC, TPI 11, ISBN 972-49-1733-9, Lisboa, 493 pp.
- Martins, T., Henriques, M.J., Leitão, T., Oliveira, M.M. e Lobo Ferreira, J.P., 2011 - "Modelação Qualitativa e Quantitativa em Aquíferos da Região Hidrográfica do Centro - Relatório da Tarefa 4.5: Modelação Matemática dos Sistemas Aquíferos de Porosidade Intergranular do Quaternário de Aveiro e de Leirosa - Monte Real". Relatório 441/2011-NAS, 189 pp.
- Ordens, C.M.M. (2007) – “Estudo da Contaminação do Aquífero Superior da Região de Estarreja”. Dissertação de Mestrado. Universidade de Coimbra, 149 pp.