



CONTRIBUIÇÃO PARA O CONHECIMENTO DA HIDROGEOLOGIA DO CONCELHO DO SEIXAL ATRAVÉS DA CONSTRUÇÃO DE UM MODELO HIDROGEOLÓGICO: cenários de exploração

Nuno BARREIRAS;

Mestre em Engenharia Geológica. Bolseiro FCT-MCTES. CICEGe, Departamento de Ciências da Terra, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2829-516 Caparica, Portugal. +351 212 948 573; nbarreiras@fct.unl.pt

Albino MEDEIROS;

Mestre em Geologia de Engenharia. Professor Auxiliar Convocado da FCT/UNL. Departamento de Ciências da Terra, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2829-516 Caparica, Portugal. +351 212 948 573; alcm@fct.unl.pt

José António de ALMEIDA

Doutor em Engenharia de Minas. Professor Auxiliar da FCT/UNL. CICEGe, Departamento de Ciências da Terra, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2829-516 Caparica, Portugal. +351 212 948 573; ja@fct.unl.pt

Resumo:

O desenvolvimento do presente trabalho teve como principais pontos de motivação compilar uma síntese de informação sobre a geologia e hidrogeologia do concelho do Seixal, um concelho em franca expansão urbana e social, de modo a desenvolver uma ferramenta essencial de suporte à decisão para o conhecimento e gestão dos recursos hídricos da região, como é um modelo hidrogeológico. Após a validação do modelo, foi possível incrementar cenários de exploração, que fornecem dados importantes, não só para o conhecimento da estrutura hidrogeológica do concelho mas, também, para a planificação e localização de novos locais de captação para abastecimento público e privado. Os cenários representados pelo modelo foram os seguintes: situação inicial sem caudal de bombagem; cenário de exploração actual; cenário de exploração com aumento em 30% dos caudais (com e sem recarga no sistema). Para estes cenários, foram ainda caracterizados os tempos de percurso e a dispersão espacial da água neste sistema, a partir de um modelo de transporte de partículas.

Palavras-chave: Concelho do Seixal, modelo hidroestratigráfico 3D, estrutura hidrogeológica, sistema aquífero, Visual Modflow.

Com o crescimento demográfico que o concelho do Seixal tem vindo a apresentar nas últimas décadas, urge responder a questões relacionadas com o abastecimento de água para os vários consumos. Como primeiro objectivo, pretendeu-se consolidar o conhecimento da estrutura hidrogeológica da região do concelho do Seixal, através da construção de um modelo hidroestratigráfico 3D a partir dos registos de logs de sondagens (furos e captações de água). Esta informação foi previamente recolhida numa base de dados e incluiu dados geográficos, geológicos, hidrogeológicos, e características geométricas dos furos e de exploração. Outro objectivo deste trabalho foi o de contribuir para o conhecimento hidrogeológico através da modelação hidrogeológica e caracterização de cenários de exploração.

Do ponto de vista estrutural, já eram conhecidas as características inerentes à região da Bacia do Baixo Tejo, nomeadamente as formações dispostas sub-horizalmente localmente afectadas por falhas normais (RIBEIRO et al., 1979), a estrutura em graben, com direcção N-S, entre Alcochete e Setúbal (ALMEIDA et al., 2000), ou a falha do Tejo, com orientação aproximada de N30E, coberta pelas aluviões e pelos depósitos recentes (CABRAL, 1995). Mais recentemente, alguns trabalhos de índole estratigráfica vieram a ser desenvolvidos englobando a área do concelho do Seixal, tal como a sondagem de Belverde e o projecto de revisão de cartografia geológica da AML (PAIS et al., 2006).

Para a elaboração do modelo hidroestratigráfico 3D da região do concelho do Seixal foram primeiramente seleccionados os furos que contêm informação mais relevante do ponto de vista tectonoestratigráfico. Tendo por base os logs destes furos, foram compostas as colunas litoestratigráficas e vários cortes geológicos, podendo observar-se a variabilidade espacial das formações Pliocénico-Quaternárias e Miocénicas. Em termos do Pliocénico (figura 2), reconheceu-se uma espessura mínima de 61 m (em Pinhal dos Frades) e uma espessura máxima de 184 m (na Aldeia de Paio Pires), com tendência para ficarem mais delgadas para Sul e para Oeste, o que é conforme os estudos anteriores da EPAL (1996) e SIMÕES (1998). Para o Miocénico, dado que as sondagens não atingiam a Formação de Benfica (Oligocénico), apenas se pode atribuir uma espessura máxima observada de 800 m (na área do Barreiro).

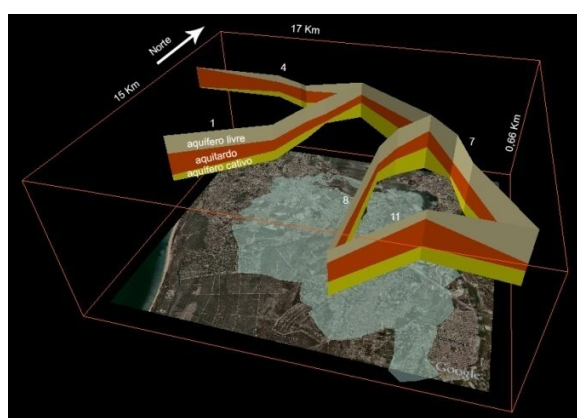


Figura 1 - Diagrama em 3D dos cortes 1, 4, 7, 8 e 11, com representação do aquífero livre, aquífero cativo e aquífero morto.

Numa fase seguinte, e tendo em conta a enorme complexidade do sistema aquífero multicamada conceptualizado, foram definidos os níveis relativos aos contactos entre aquífero livre, aquífero aquitado e aquífero cativo, independentemente da estratigrafia, com o intuito de ligar sequências litológicas e com características hidrogeológicas semelhantes, que proporcionem a circulação de água em meios idênticos com contacto directo. Deste modo, e mais uma vez, partindo dos pontos de cota desses contactos nas várias localizações correspondentes, estimaram-se por Krigagem os valores de cota a que o contacto entre os aquíferos e aquífero aquitado se encontrava ao longo de toda a área. A mesma técnica de estimação foi ainda aplicada para obter o nível a que se encontraria a água, num cenário de exploração actual.

Para construir o modelo hidroestratigráfico 3D (figura 3), trabalharam-se e importaram-se os dados que continham as matrizes das superfícies para o Visual Modflow 4.1 (WATERLOO HYDROGEOLOGIC, 2005), tal como os dados dos furos e parâmetros de extracção. Assim, através desta ferramenta de modelação de águas subterrâneas, dimensionou-se a representação 3D mais conveniente às propriedades do modelo.

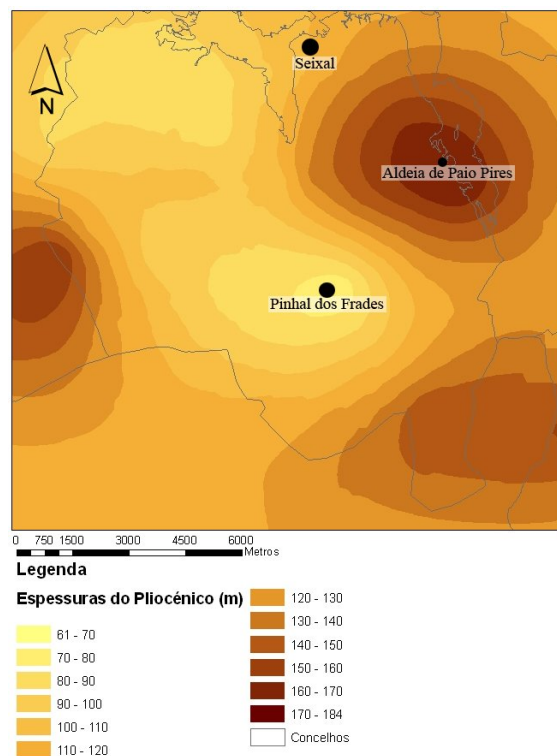


Figura 2 – Estimacão por Krigagem da espessura máxima observada do Pliocénico com base nos furos seleccionados.

A representaco hidroestratigráfica da área do concelho do Seixal apresenta as características morfológicas e estruturais fundamentais para um modelo conceptual hidrogeológico da região, constituindo o ponto de partida para a modelaco hidrogeológica, que é um instrumento essencial para a previsão de cenários de explorao e gestão de recursos hídricos subterrâneos, face às necessidades actuais e futuras da região.

Para a modelaco hidrogeológica, utilizou-se o método das diferenças finitas através do programa Processing Modflow for Windows version 5.3 (PMWIN, 2008). Com a elaboraco do modelo hidrogeológico

do concelho, em condições naturais, foi possível a criação de cenários de exploração de águas subterrâneas, sobre várias condições:

- 1) Estado inicial, sem caudal de bombagem
- 2) Estado actual de exploração
- 3) Aumento em 30% da exploração

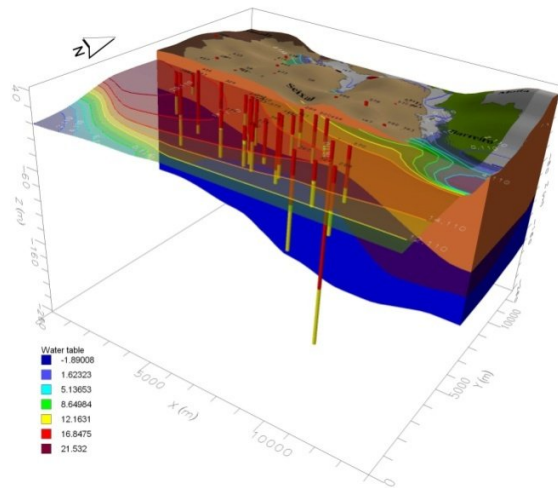


Figura 3 - Corte O-E dos sistemas aquíferos: superfície topográfica, massa de água (em cores gradientes), aquífero livre, aquífero confinado e aquífero captivo. Os furos representados como linhas verticais têm o troço dos ralos para extracção a amarelo.

Testaram-se outras condicionantes como por exemplo, a ausência de recarga no sistema. Foram assim analisados os balanços de escoamento subterrâneo, extraídos mapas do nível piezométrico e mapas de rebaixamento.

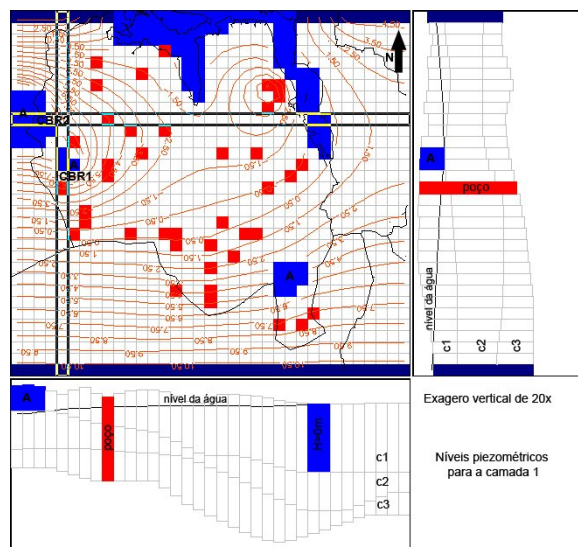


Figura 4 - Níveis piezométricos para a camada 1, em exploração aumentada em 30%, com 1 ano sem recarga. Representação dos perfis Norte-Sul (coluna 5 da malha) e Este-Oeste (linha 10 da malha). As camadas c1, c2 e c3 que estão indicadas representam, respectivamente, o aquífero livre, o aquífero confinado e o aquífero cativo. As zonas a azul e com a letra A indicam que as células secaram nas camadas do aquífero livre.

Estas técnicas permitiram definir zonas mais sensíveis à produção e alguns efeitos sobre o sistema em casos de sobre-exploração, em condições extremas.

Outros aspectos interessantes que se estudaram foram a caracterização dos tempos de percurso e a dispersão espacial da água neste sistema, a partir de um modelo de transporte. Medir os tempos e direcções, para o caso em que haja uma fonte antropogénica de contaminação, em algumas zonas particulares do modelo, revelou-se ser um ponto importante para a caracterização da hidrogeologia da região em situações actuais e futuras (modelos de previsão).

Não foram identificados quaisquer locais específicos de contaminação, por não ser um dos objectivos deste trabalho, mas definiram-se zonas contaminadas nos principais centros urbanos e industriais do concelho, como são as zonas urbanas do Seixal, Corroios e Amora. Numa comparação entre os dois cenários de exploração, há que referir o rebaixamento na ordem dos 22 m, nos maiores cones de depressão a partir do estado inicial do sistema, nos poços com maior produção, e na ordem dos 8-10 m em outras zonas. Para a situação actual de exploração, observou-se no modelo de transporte que as partículas contaminantes na zona urbana do Seixal, demoram ~3 anos a chegar a um último poço, ~8 anos no caso da posição inicial ser em Corroios e ~5 anos se for a partir de Amora. No cenário de aumento de produção em 30%, no modelo de transporte observou-se que, no caso de haver partículas contaminantes na zona urbana do Seixal, estas demoram ~2 anos a chegar a um último poço, ~3 anos no caso da posição inicial ser em Corroios e ~3 anos se for a partir de Amora. Portanto, as diferenças de resultados para os dois cenários, principalmente nas curvas de rebaixamento e nos tempos de percurso ao longo da área mostram bem a sensibilidade do sistema a acções exteriores.

Como conclusões, poderá dizer-se que num intervalo de algumas décadas os recursos hídricos subterrâneos poderão satisfazer, total ou parcialmente, os consumos que se farão registar. Tal premissa,

vai depender da evolução das necessidades de água, da manutenção da qualidade das águas dos aquíferos e da relação entre o custo de água produzida na região e, ainda, da água importada de bacias hidrográficas vizinhas. A localização de novas captações de abastecimento público e privado deverá ter em linha de conta as particularidades do modelo hidrogeológico conceptual da região.

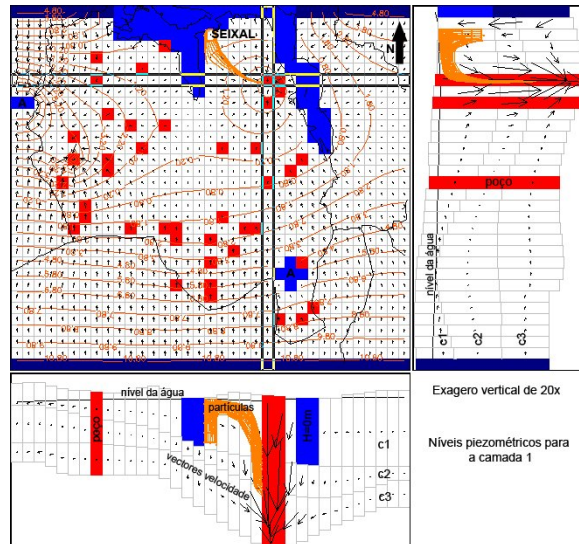


Figura 5 - Modelo de transporte para as partículas situadas na zona urbana do Seixal, ao fim de ~3 anos. As camadas c1, c2 e c3 que estão indicadas representam, respectivamente, o aquífero livre, o aquífero e o aquífero cativo. As zonas a azul e com a letra A indicam que as células secaram nas camadas do aquífero livre.

BIBLIOGRAFIA:

a) Livro

ALMEIDA, C.; MENDONÇA, J. J. L.; JESUS, M. R.; GOMES, A. J. (2000). Sistemas aquíferos de Portugal Continental. – Sistema aquífero: Bacia do Tejo-Sado/Margem Esquerda (T3). Instituto da Água, Lisboa.

CABRAL, J. (1995). Neotectónica de Portugal Continental. Mem. Inst. Geol. e Mineiro, Lisboa.

EPAL (1996). Plano Director de Desenvolvimento do Sistema de Abastecimento da EPAL, Fase I – Estudos de Base. Volume VII – Avaliação das disponibilidades – Origens subterrâneas TOMO II, Modelo da Bacia do Tejo. Empresa Portuguesa das Águas Livres, S.A. (EPAL), Lisboa.

PAIS, J.; MONIZ, C.; CABRAL, J.; CARDOSO, J. L.; LEGOINHA, P.; MACHADO, S.; MORAIS, M. A.; LOURENÇO, C.; RIBEIRO, M. L.; HENRIQUES, P.; FALÉ, P. (2006). Notícia Explicativa da Folha 34-D Lisboa da Carta Geológica de Portugal, na escala de 1/50 000. Departamento de Geologia, INETI – Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, Lisboa.

RIBEIRO, A.; ANTUNES, M. T.; FERREIRA, M. P.; ROCHA, R. B.; SOARES, A. F.; ZBYSZEWSKY, G.; ALMEIDA, F. MOITINHO DE; CARVALHO, D.; MONTEIRO, J. H. (1979). Introduction à la Géologie Générale du Portugal. Serv. Geol. Portugal, Lisboa.

SIMÕES, M. M. M. (1998). Contribuição para o conhecimento hidrogeológico do Cenozóico na Bacia do Baixo Tejo. Dissertação de Doutoramento, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova Lisboa.

WATERLOO HYDROGEOLOGIC (2005). Visual Modflow v.4.1 User's Manual. Waterloo Hydrogeologic Inc., Waterloo, Canada.

b) Bibliografia

PMWIN, Processing Modflow for Windows (2008). <http://www.pmwin.net/pmwin5.htm> (consultado em Setembro de 2009)