

MODELOS E BALANÇOS DO AQUÍFERO SEDIMENTAR DA BACIA DO TEJO – MARGEM ESQUERDA, NA PENÍNSULA DE SETÚBAL

Manuela SIMÕES* & Nuno VITORINO**

* Centro de Investigação em Ciências e Engenharia Geológica (CICEGe) da Faculdade de Ciências e Tecnologia da UNL, Campus de Caparica, 2829-516 Caparica. E-mail: mmsr@fct.unl.pt

** Secretário-geral da Associação Intermunicipal de Água da Região de Setúbal, Presidente da AG da Associação Água Pública.

Palavras-chave: Modelos, Balanços, Aquífero Mio-Pliocénico, Bacia do Tejo, Península de Setúbal.

Resumo

O aquífero sedimentar, formado nos depósitos do Miocénico, Pliocénico e Quaternário na margem esquerda do rio Tejo, abastece, em quase exclusividade, os 9 concelhos situados na Península de Setúbal (Alcochete, Almada, Barreiro, Moita, Montijo, Palmela, Seixal, Sesimbra e Setúbal), correspondendo esta área a cerca de 1560 km² (25%) dos 6300 km² da sua superfície total. Servia em 2009 uma população residente de cerca de 797 mil habitantes (estimativas anuais INE) - [724 mil habitantes (Censos, 2001)]. Fazendo parte da região administrativa de Lisboa e Vale do Tejo, a região sofreu forte crescimento demográfico a partir da década de 60 e até à década de 80 do século passado (58,7%), continuando a crescer, desde então, a um ritmo menos acelerado. Tem suportado o acréscimo urbano e industrial da capital, principalmente após a construção da ponte sobre o Tejo entre Almada e Alcântara, em Outubro de 1966, que elevou a população de 200 mil para o dobro nos 10 anos seguintes. Na última década, estima-se que o crescimento registado, com tendência para estabilizar ou mesmo desacelerar, se situou em cerca de 1% ao ano, acompanhando o expectável para Portugal até 2020 e contrariando as previsões que admitiam a hipótese de, em 1990, fosse atingido 1 milhão de residentes. Alguns projectos em desenvolvimento e outros previstos para a região, como o Polis para a Costa de Caparica, a terceira travessia do Tejo, Chelas – Barreiro, as obras do arco ribeirinho, de Almada - Seixal - Barreiro (Margueira, Siderurgia Nacional, Quimiparque), o Novo Aeroporto de Lisboa, em Alcochete, e a Plataforma Logística do Poceirão, poderão contrariar esta tendência, numa intensidade ainda difícil de avaliar. Mas, segundo os dados disponíveis para o horizonte de 2050¹ os impactos poderão estimar-se em cerca de 17.000 novos habitantes e 130.000 postos de trabalho.

Desde a metade do século passado, este aquífero tem sido alvo de extracções intensas para diversos fins, em resultado do desenvolvimento industrial, agro-pecuário e urbanístico da região que, contudo, decresceu também a partir dos anos 80 para valores abaixo do previsto, em virtude da desactivação dos principais complexos industriais do distrito de Setúbal. Entre os múltiplos usos destacamos, considerando a nobreza da função e volume extraído, o destinado ao abastecimento público, que ao contrário da generalidade do país é servido quase exclusivamente por origem subterrânea. Actualmente a região é abastecida por 9 sistemas municipais autónomos constituídos por 6 serviços municipais (Alcochete, Barreiro, Moita, Seixal, Palmela e Sesimbra), 2 municipalizados (Almada e Montijo) e 1 concessionado (Setúbal), que no conjunto captam o aquífero em 169 unidades, conseguindo um elevado nível de atendimento, da ordem dos 98,5% (INSAAR, 2008 & 2009), cumprindo e superando os objectivos fixados pelo PEAASAR II, de 95%. Os sistemas municipais satisfazem as necessidades da pequena indústria, do sector terciário e uso doméstico. Segundo os dados do ERSAR (fornecidos pelos municípios no âmbito dos planos de controlo da qualidade da água) o volume lançado nos sistemas em 2008 foi de aproximadamente 69,5 hm³/ano, o que equivale a uma extracção média de 2,18 m³/s, valor que de acordo com os dados de 2006, 2007 e 2009 tem vindo a estabilizar em virtude do fraco crescimento demográfico, conjuntura económica do País, consciência ambiental e, significativamente, pelo aumento da eficiência da rede de distribuição e crescente redução das perdas. Sem conhecimento exacto da

¹ Não são considerados impactos da nova travessia do Tejo Chelas-Barreiro, nem da Plataforma Logística do Poceirão.

exploração, em 2000, Almeida et al., admitia ser a exploração na ordem de 58 hm³/ano para uma população residente de 800 mil pessoas e uma captação de 200 L por habitante e por dia.

A litologia deste aquífero consiste na intercalação de cascalheiras, areias, arenitos, argilas e margas, que se estruturam segundo uma unidade hidrogeológica complexa, bastante dependente, nas suas características hidráulicas e na qualidade da água, da predominância vertical e lateral da fracção argilosa e da presença de carbonatos nas diferentes camadas. A esta heterogeneidade e anisotropia associam-se ainda movimentações tectónicas que ocorreram durante o Terciário e Quaternário com acentuada acção na privilegiada direcção e sentido do fluxo subterrâneo em alguns locais. A produtividade dos aquíferos é considerável ultrapassando, em condições excepcionais, a centena de litros por segundo. Actualmente o aquífero é explorado por milhares de captações, desconhecendo-se o número exacto, extraíndo-se muito certamente um caudal superior a 6 m³/s. Considerando os elevados volumes que anualmente são extraídos do sistema, muito cedo o abastecimento à Península de Setúbal suscitou preocupação às entidades gestoras dos recursos hídricos do País, que numa procura incessante através de diplomas e portarias tentaram disciplinar a captação, sem sucesso devido à inoperância dos organismos da tutela em acções de fiscalização. No passado, as acções assentavam predominantemente em medidas restritivas na atribuição de licenças para obras de captação superiores a 50 m de profundidade executadas nos concelhos de Alcochete, Almada, Barreiro, Moita, Montijo, Palmela, Seixal, Sesimbra e Setúbal. O desconhecimento hidrogeológico da Península e a ausência de meios técnicos e humanos capazes de uma avaliação técnica e científica rigorosa e fundamentada determinou o deferimento da quase totalidade dos pedidos solicitados para o efeito e, em situação de previsível indeferimento, à abertura clandestina de grande parte das obras de captação subterrânea privadas, que por força das circunstâncias foram efectuadas muitas das vezes sem critério e controlo. Muitas destas obras, com critérios de qualidade e quantidade pouco exigentes dado o uso a que se destinavam, poderiam ter ficado na exploração de camadas superficiais, reservando para usos mais exigentes camadas produtivas mais profundas. Esta desregulada exploração do aquífero pode ter colocado em comunicação hidráulica, camadas produtivas com características hidrogeológicas e águas com composição físico-química diferentes, sem vantagens para os utilizadores, mas que poderão vir a ter custos ambientais significativos.

O desconhecimento que tem prevalecido, em face da ausência de instrumentos de caracterização técnico-científicos adequados, que tardam a ser produzidos pelas autoridades nacionais com competência na gestão dos recursos hídricos, quanto ao funcionamento do aquífero, quantificação das reservas e respectiva taxa de renovação, bem como do conhecimento rigoroso das suas zonas de recarga, tem dificultado a definição por parte das autarquias locais, nomeadamente em sede de PDM, de uma política de usos e ocupação do solo que garanta a protecção do aquífero - identificado como património socioambiental estratégico - preocupações expressas pelas autarquias da região no Plano Estratégico para o Desenvolvimento da Península de Setúbal - PEDEPES no âmbito das medidas 48-52. Considerando este conhecimento insuficiente sobre o volume e locais da recarga, e apesar das precauções que se procuram crescentemente interiorizar nas políticas regionais de desenvolvimento urbano, o risco de impermeabilização do solo e de usos desadequados às reais características do sistema hidrogeológico, existe. Podendo, caso persistam as condições de insuficiência de informação para a gestão territorial - que se espera venha a ser superada pelo desenvolvimento em curso dos PGRH do Tejo e do Sado e Mira - vir a afectar a disponibilidade existente e a excelente qualidade da água, tradicionalmente captada na região.

Já o relatório solicitado, em 1973, à BURGEAP (empresa francesa) pelos organismos da tutela, alertava para os perigos de salinização do aquífero por acentuado rebaixamento dos níveis hidrodinâmicos e estáticos em locais próximos do estuário e junto ao litoral. De artesianos positivos, a maioria dos poços mostra hoje potencial negativo ou ligeiramente superior ao nível base do mar, principalmente quando as condições de aridez do clima se manifestam gravosas, em anos de secas prolongadas, para a renovação das reservas. A BURGEAP estimou para o aquífero o caudal permanente de alimentação natural, numa área de recarga com 1800 km², de 3,5 m³/s, admitindo uma infiltração média anual de 75 mm (14,1% para precipitação eficaz). No âmbito dos estudos para o futuro aeroporto em Rio Frio a Empresa A. Cavaco. Lda., em 1973, considerou a infiltração média anual igual a 41,5 mm (7,8% para precipitação eficaz) em relação à precipitação de 530 mm/ano e evapotranspiração média de 470 mm/ano, sendo o escoamento superficial médio de 18,5 mm/ano. Destes valores ressalta uma infiltração natural, em caudal permanente, de 2,37 m³/s.

Na década de 70, configurava-se já uma extracção bastante superior à reposição natural das reservas. O relatório da UNESCO (1975) sobre as condições de exploração do aquífero estimou um caudal instantâneo permanente de aproximadamente 5 m³/s, prevendo aumento considerável, para cerca do dobro (10 m³/s) entre 1985 e 1990, o que não veio a verificar-se. É neste contexto de inerente preocupação quanto ao desenvolvimento socioeconómico futuro, que a UNESCO, perante pedido de ajuda técnica do Estado Português, considera prioritário o auxílio recorrendo para o efeito à agência financeira da ONU (PNUD) para a realização de estudos. Segundo o relatório do PNUD, 1980, a falta de inventário sistemático e rigoroso das extracções somente permitiu estimar, em 1973, que a exploração se situavam em 5 m³/s, 3 concentrados junto ao estuário e 1 na zona industrial da Mitrena, junto ao estuário do Sado. O estudo aprovado em 1978 (POR/77/015) demorou 2 anos e

terminou em 1980. Apesar da principal preocupação consistir na avaliação das disponibilidades na Península de Setúbal, por questões técnicas relacionadas com a simulação de uma pequena porção do aquífero quando a maior parte é mal conhecida, o estudo foi alargado a uma grande extensão da bacia sedimentar do Tejo, enquadrada pelos paralelos 39°35' e 38°51' latitude Norte e pelo meridianos 8° longitude Oeste e o Oceano Atlântico, limitada pelo Maciço Calcário das Serras de Montejunto, Candeeiros e Aires com altitude entre 500 e 700 m e os relevos periféricos do Paleozóico com altitudes variáveis entre 300 e 400 m, considerando mais de 60% da Bacia a cotas inferiores a 100 m. O clima foi considerado de tipo sub-húmido com influência atlântica com temperatura média anual é de 16°C, variando entre 10 e 23 °C, a precipitação oscilando entre 800 mm/ano (a Norte) e 600 mm/ano (a Sul). Para a simulação matemática foram utilizados 3 tipos de modelos a operarem em regime permanente e transitório segundo um modelo de malha variável em diferenças finitas (PRICKETT-IGME, SIMONE-BISIMONE, França e PRESCOTT-LARSON da USGS). Partiu de dados de 593 pontos de água, controlo piezométrico mensal em 38 poços (3 com limnógrafo e 3 com vigilância de salinidade) de um inventário de 4970 pontos, passando a piezometria a ser controlada por 340 poços. Foram efectuadas 235 análises físico-químicas completas de água e 2805 para controlo da salinidade. Foram executados 21 perfis geofísicos e 163 sondagens eléctricas. O modelo conceptual considerou, a meio dos depósitos permeáveis arenosos, a existência de lenticulas argilosas semipermeáveis que agrupadas formam um nível praticamente contínuo a separar o sistema em dois aquíferos: um aquífero profundo do Mio-Pliocénico e outro superficial do Plio-Quaternário, segundo uma extensão de 8200 km² e espessura média de 200 a 300 m, variável entre menos de 100 m na bordadura Este, e 700 m no centro da península. Assim definido o sistema, os dados do balanço mostraram um potencial global de 50 m³/s (1600 milhões m³/ano), estando a ser explorados somente 10% das potencialidades, cerca de 4 m³/ano. De tão completa compilação de dados e técnicos nacionais e estrangeiros envolvidos persiste a dúvida quanto às razões que levaram ao insucesso do modelo e fracasso na simulação do sistema e gestão do recurso.

Em 1994, o modelo da Hidrotécnica Portuguesa – HP, no âmbito do estudo dos aquíferos e dos consumos na Península, fez a simulação matemática a partir de um modelo conceptual baseado em 3 camadas constituindo um aquífero superficial livre e um aquífero confinado separados por um aquitardo que corresponderia ao topo do Pliocénico e base do Quaternário, com espessura variável entre 1 m nos extremos SW e NE da área estudada e 80 m na região do Montijo e Pegões. Esta parcela do sistema, na simulação, ficou ligada à parte Norte por uma fronteira a potencial constante nas duas camadas superior e inferior. O balanço está a descoberto, nas saídas, em 33 hm³/ano que representam o escoamento superficial directo calculado pelo “BALSEQ”. A recarga é estimada em 239 hm³/ano (7,5 m³/s) cerca de 58% das entradas no sistema, geradas no local e resultantes da infiltração, provindo as restantes maioritariamente da ligação norte ao sistema (33%) e, como tal, geradas em território externo à Península, assumindo a rega e as perdas pela rede pública de abastecimento cerca de 7%. Os consumos considerados foram os estimados em 1992, de 1,7 m³/s para uso urbano, 1,7 m³/s para uso industrial e 2,5 m³/s para uso agrícola, representando 50% das saídas e 46% das entradas.

O modelo para o plano director da EPAL elaborado pelo consórcio GESTÁGUA, em 1996, considera existirem no vale do Tejo três aquíferos (camadas) e apenas dois na península de Setúbal. Nesta não existiria a camada 1 correspondente ao aquífero livre situado nas aluviões do vale do Tejo. Estariam representados pelas camadas 2 e 3 respectivamente o aquífero Plio-Quaternário de comportamento confinado na zona central e livre na periferia dos afloramentos. A camada 3 compreendia todo o aquífero Miocénico igualmente confinado no centro da bacia, recoberto pela camada 2, e nos limites, nas zonas onde é alimentado pela precipitação. Entre as camadas aquíferas encontram-se aquitardos. Foi igualmente utilizado um modelo em diferenças finitas e malha quadrangular. O sistema é equilibrado entre entradas e saídas, que se cifram em 29,55 hm³/ano, sendo a infiltração 93% das entradas e as captações representando 70% das saídas. Pela drenagem superficial perde-se 23%, para o mar e pelo estuário somente 7%.

Com finalidade pedagógica têm sido elaborados alguns modelos para a região a partir da compilação de dados, maioritariamente, de captações para o abastecimento público. Dadas as circunstâncias, o modelo conceptual de base considerado tem sido o vulgarizado para o sistema desde 1980 no estudo da UNESCO (PNUD). O objectivo destes modelos tem sido a caracterização de parâmetros hidráulicos de forma indirecta a partir de ensaios de bombeamento em poço de captação e da produtividade, e a criação de ferramentas para auxílio à tomada de decisões ao nível do planeamento e gestão dos recursos hídricos subterrâneos (Fialho, 2009). Para a região de Almada, Seixal e Sesimbra foi feita a simulação de fluxo e transporte de massa no programa *Processing Modflow p/a Windows* (PMWIN) para um sistema constituído por camadas, desde a superfície até aos 262 m de profundidade (Barreiras, 2009).

Numa optimização de simulação do fluxo subterrâneo foi ensaiada recentemente uma interface a partir de modelos estocásticos 3D do meio geológico natural (Quental, 2011) tendo por zona piloto a área subjacente à antiga fábrica da SPEL no concelho do Seixal. Das principais conclusões ressalta a recomendação para a necessidade de proceder a um estudo hidrogeológico de pormenor para obtenção de parâmetros hidráulicos; e que, em situações geológicas complexas caracterizadas por acentuada anisotropia e heterogeneidade, é mais

aconselhável utilizar modelos de simulação do fluxo subterrâneo em elementos finitos, por sinal, ainda com uso pouco generalizado devido ao preço e ao manejo menos simpático para utilizadores.

Conclusão

Nestas circunstâncias, considerando correctos os modelos e os balanços apresentados o problema de abastecimento à Península de Setúbal não se colocará, em princípio, na disponibilidade quantitativa de recursos – embora seja imprescindível o desenvolvimento de uma actividade disciplinadora dos usos em sede da gestão das regiões hidrográficas que abrangem a Península, vocacionada para eleger e garantir os usos mais nobres e permitir que a água não venha a constituir constrangimento ao desenvolvimento da região – persistindo no entanto riscos quanto à evolução futura da sua qualidade, em virtude da inexistência de um plano de gestão sustentável global do sistema desde sempre e na actualidade, riscos esses que urge ultrapassar através da produção pelas autoridades nacionais e de gestão das regiões hidrográficas dos instrumentos necessários ao cabal conhecimento do sistema e consequente implementação das devidas medidas, de âmbito regional e local, de protecção desta massa de água. Medidas essas que só poderão surtir o desejado efeito quando vocacionadas para uma gestão integrada do aquífero, articulada com as autoridades locais e os agentes económicos utilizadores - em particular a agricultura, a grande industria e as futuras grandes infra-estruturas logísticas e de serviços – e assentes, como se referiu, num rigoroso e aprofundado conhecimento técnico-científico do sistema, bem como numa consequente política de licenciamento e numa adequada capacidade de monitorização e fiscalização.

A reforçar a necessidade de se produzirem os instrumentos que disponibilizem um conhecimento rigoroso e detalhado do sistema, importa referir que este é absolutamente imprescindível para que, e cruzando-os com outras variáveis relacionadas com as necessidades e a localização dos pontos de extracção, se possa fazer uso das inovadoras, robustas e sofisticadas ferramentas de simulação/optimização de planeamento e gestão do abastecimento assente em águas subterrâneas (Ferreira et al. 2001). Sendo pois um assunto que não se compadece com aproximações e simplificações, já há muito aquém das necessidades concretas, da relevância desta origem de água para o desenvolvimento da região, não só no que diz respeito ao abastecimento público mas também no que se refere à sua actividade produtiva.

Referências

Almeida, C; Mendonça, J. J. L.; Jesus, M.R.; Gomes, A.J. 2000. Sistemas aquíferos de Portugal Continental. Instituto da Água.

Barreiras, N. M. J. 2009. Contribuição para a caracterização e modelação hidrogeológica do concelho do Seixal. Dissertação para obtenção de grau de Mestre em Engenharia Geológica (Georrecursos). Universidade Nova de Lisboa/FCT.

Ferreira, J. P. C. Lobo; Migliari, E. 2001. Contribuição para uma gestão optimizada das águas subterrâneas: Fundamentos e aplicação a um caso de estudo em Portugal. Recursos Hídricos, Rev. Da Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos. V. 22 (Nº 2), p. 101-120.

Fialho, R. G. 2009. Caracterização dos parâmetros hidráulicos do sistema aquífero da Bacia do Tejo Sado/margem esquerda na área do concelho do Seixal. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Hidráulica e Recursos Hídricos. Universidade Técnica de Lisboa/IST.

Estudo de caracterização dos aquíferos e dos consumos de água na Península de Setúbal realizado pela Hidrotécnica Portuguesa por solicitação da Empresa Portuguesa de Águas Livres. 1994.

Plano Director de Desenvolvimento do Sistema de Abastecimento da EPAL: Fase I. Estudos de Base. V. III – Avaliação das disponibilidades, origens subterrâneas Tomo II, modelo da Bacia do Tejo. Empresa Portuguesa das Águas Livres. 1996

Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tejo: Análise e Diagnóstico da Situação de Referência. V. I. 1999.

PNUD/POR/77/015 Étude des eaux souterraines de la Péninsule de Setúbal (Système aquifère Mio-Pliocène du Tejo et du Sado). Rapport final sur les résultats du projet: Conclusions et recommandations. Direcção – Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos, UNESCO & ONU. 1980.