

RESERVA ECOLÓGICA NACIONAL - SUSTENTABILIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS ATRAVÉS DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

Maria Paula Mendes* e Luís Ribeiro*

**CVRM-Universidade de Lisboa-Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001
Lisboa, mpaulamendes@ist.utl.pt*

Resumo

A Reserva Ecológica Nacional (REN) foi criada com o objectivo de se conservar, em determinadas áreas, a estrutura biofísica necessária para se manter a exploração dos recursos naturais e o uso da terra, sem se comprometer a sua sustentabilidade. Na última REN, o conceito de "Áreas estratégicas de protecção e recarga de aquíferos" (AEPRA) é criado, sendo agora necessário definir quais são as metodologias e critérios para a sua aplicação. Como resultado de várias reuniões, com gestores de recursos hídricos e ordenamento do território, vários especialistas e outros intervenientes, foi elaborado um relatório onde as orientações estratégicas para a delimitação AEPRA foram definidas a nível nacional. Neste trabalho, a articulação e integração das AEPRA na Lei da Água e as dificuldades esperadas da sua aplicação a nível operacional são avaliadas, fazendo-se uma análise crítica face a outros diplomas existentes, e avaliando-se a sua importância no controle da expansão urbana desordenada.

Palavras-Chave: Água Subterrânea, Protecção, Ordenamento do Território, Ecossistemas.

1. Introdução

Em Portugal, no início dos anos 80, o crescimento económico, o desenvolvimento industrial e a migração do interior rural para o litoral urbano modificaram o uso da terra, originando problemas ambientais sem precedentes, como a escassez de recursos naturais, poluição e perda de biodiversidade. Ao mesmo tempo, ficou patente que a Rede Nacional de Áreas Protegidas, abrangendo parques e monumentos naturais, reservas naturais, paisagens protegidas e sítios classificados era insuficiente para o controle dos efeitos da expansão urbana e aumento das infra-estruturas de transporte. O desenvolvimento socioeconómico seguido pela expansão urbana desordenada e a intensificação agrícola incentivou Portugal a desenvolver legislação de ordenamento do território que pudesse ser aplicada em todo o território, inclusive em áreas de propriedade privada.

A reserva ecológica nacional (REN) foi criada em 1983, com o objectivo de se "preservar, em determinadas áreas, a estrutura biofísica necessária para manter a exploração dos recursos naturais e uso da terra, sem causar a degradação das condições de estabilidade e fertilidade das regiões, bem como a permanência de muitos dos seus valores económicos e os direitos sociais e culturais "(Decreto-Lei 321/83, 1983). Pela primeira vez, foi definido um conceito legal sobre a protecção dos recursos hídricos subterrâneos como parte da estrutura biofísica, designado como áreas de infiltração máxima (AMI). A definição de AMI implicava restrições sobre o uso da terra, embora estas limitações não fossem explicitamente definidas nesse diploma. Outros conceitos relevantes também foram integrados para preservação dos ecossistemas de águas interiores, designadamente as áreas de protecção de lagoas, reservatórios e cursos de água e respectivas margens.

Pouco tempo depois, com a entrada de Portugal na Comunidade Económica Europeia houve necessidade de se reajustar a REN, incorporando-se os objectivos definidos na Carta Europeia

de Ordenamento do Território (Conselho Europeu, 1983). Nasce assim o Decreto-Lei 93/90 (1990), em que a delimitação da AMI é mantida, mas com uma nova definição: "áreas em que, devido à natureza do solo e do substrato geológico e ainda às condições de morfologia do terreno, a infiltração das águas apresenta condições favoráveis, contribuindo assim para a alimentação dos lençóis freáticos". Este diploma também abrange as zonas ribeirinhas e águas interiores, as zonas declivosas e as zonas costeiras. Entre as várias lacunas deste Decreto-Lei destacam-se algumas pela sua importância (i) a utilização do conceito de infiltração e não de recarga, (ii) a delimitação de áreas de máxima infiltração onde não há aquíferos, (iii) a não contemplação do comportamento hidrodinâmico, nomeadamente as possíveis transferências de água lateral entre sistemas aquíferos e os fenómenos de drenância, entre corpos de água superficial - aquífero e, entre camadas litológicas, no caso de, aquíferos multicamada; iv) a não definição da vulnerabilidade do aquífero à contaminação (Ribeiro e Mendes, 2010).

Mais tarde, o Decreto- lei 93/90 foi substituído pelo Decreto- lei 166/2008 (2008), onde os objectivos e conceitos do Programa Nacional de Política de Ordenamento do Território (PNPOT, 2006), decorrentes da Política Europeia de Desenvolvimento, foram adoptados. Integram agora a REN, áreas de protecção do litoral, áreas relevantes para a sustentabilidade do ciclo hidrológico terrestre e áreas de prevenção de riscos naturais. O Decreto- lei 166/2008 assenta nas seguintes premissas: (i) o reforço da importância estratégica da Reserva Ecológica Nacional, tendo presente a sua função de protecção dos recursos considerados essenciais para a manutenção e preservação de uma estrutura biofísica indispensável ao uso sustentável do território; (ii) a manutenção da natureza jurídica da REN enquanto restrição de utilidade pública fundamentada em critérios claros, objectivos e harmonizados na sua aplicação a nível nacional; (iii) a articulação explícita com outros instrumentos de política de ambiente e de ordenamento do território; (iv) a simplificação, racionalização e transparência de procedimentos de delimitação e gestão, e (v) a identificação de usos e acções compatíveis com cada uma das categorias de áreas integradas na REN, ultrapassando uma visão estritamente proibicionista sem fundamento técnico ou científico. Da perspectiva das águas subterrâneas, houve um considerável avanço, uma vez que, a REN visa agora proteger os recursos hídricos subterrâneos através da introdução de um novo conceito: "Áreas estratégicas de protecção e recarga de aquíferos" - AEPRAs. As AEPRAs são definidas como "as áreas geográficas que, devido à natureza do solo, às formações geológicas aflorantes e subjacentes e à morfologia do terreno, apresentam condições favoráveis à ocorrência de infiltração e recarga natural dos aquíferos e se revestem de particular interesse na salvaguarda da quantidade e qualidade da água a fim de prevenir ou evitar a sua escassez ou deterioração".

Para a delimitação das AEPRAs é necessário se considerar (i) o funcionamento hidráulico do aquífero, nomeadamente no que se refere aos mecanismos de recarga e descarga e ao sentido do fluxo subterrâneo e eventuais conexões hidráulicas, (ii) a vulnerabilidade à poluição e as pressões existentes resultantes de actividades e ou instalações, (iii) e os seus principais usos, em especial a produção de água para consumo humano.

Recentemente, o Decreto-lei 166/2008 foi revisto e substituído pelo Decreto-Lei 239/2012 (2012), uma vez que existia uma falta de articulação da REN com outros regimes jurídicos. De acordo com o Decreto-Lei 239/2012, as áreas protegidas previamente definidas continuarão em vigor, tendo apenas as novas áreas ou propostas de alteração de delimitação que atender às directrizes definidas por este novo decreto. A delimitação e revisão da REN é agora proposta pelos municípios, cabendo à Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional e às entidades administrativas representativas dos interesses, a pronunciarem-se sobre a compatibilidade da proposta com os critérios constantes nesse diploma e com as

orientações estratégicas (RCM n.º 81/2012, 2012), bem como sobre as propostas de exclusão de áreas da REN e sua fundamentação.

De acordo com o Decreto-Lei 239/2012, o principal objectivo da AEPPRA é a preservação da estrutura biofísica através da salvaguarda das seguintes funções: (i) manutenção dos recursos hídricos renováveis disponíveis e o aproveitamento sustentável dos recursos hídricos subterrâneos; (ii) protecção da qualidade da água; (iii) sustentabilidade dos ecossistemas aquáticos e da biodiversidade dependentes da água subterrânea, com particular incidência na época de estio; (iv) prevenção e redução dos efeitos dos riscos de cheias e inundações, de seca extrema e de contaminação e sobreexploração dos aquíferos; (v) prevenção e redução do risco de intrusão salina, no caso dos aquíferos costeiros e estuarinos; (vi) sustentabilidade dos ecossistemas de águas subterrâneas, principalmente nos aquíferos cársicos, como por exemplo invertebrados que ocorrem em cavidades e grutas.

Nas áreas incluídas na REN são interditos os usos e as acções de iniciativa pública ou privada que se traduzam em: (a) Operações de loteamento; (b) Obras de urbanização, construção e ampliação; (c) Vias de comunicação; (d) Escavações e aterros; (e) Destruição do revestimento vegetal, não incluindo as acções necessárias ao normal e regular desenvolvimento das operações culturais de aproveitamento agrícola do solo e das operações correntes de condução e exploração dos espaços florestais.

A delimitação da REN compreende dois níveis: (1) nível estratégico (nacional e regional); (2) nível operativo que é concretizado através da delimitação, em carta de âmbito municipal, das áreas integradas na REN, tendo por base as orientações estratégicas de âmbito nacional e regional.

Neste momento existe um debate sobre a manutenção da REN, ou distribuição das suas áreas protegidas em outros diplomas legais, como a Lei Portuguesa da Água ou outros planos ainda não especificados. Neste trabalho, apontam-se algumas considerações críticas, e analisam-se as especificidades destes dois diplomas. Além disso, a articulação de REN com a Lei de Água e as dificuldades esperadas a nível operacional são avaliadas. Finalmente, embora existam algumas dificuldades na sua operacionalidade, considera-se importante a existência das AEPPRA como áreas fundamentais para o controle da expansão urbana desordenada e, portanto, para preservação dos recursos hídricos subterrâneos e também, dos seus ecossistemas dependentes.

2. Reserva Ecológica Nacional, em articulação com a Lei Portuguesa da Água e a Directiva-Quadro da Água

A União Europeia (UE) influencia as leis e regulamentos portugueses, através das suas directivas ambientais. A Directiva-Quadro da Água (DQA, Directiva 2000/60/CE, 2000) e a Directiva filha das Águas Subterrâneas (DAS, Directiva 2006/118/CE, 2006) impõem que o estado das águas subterrâneas deve ser avaliado, e que o bom estado quantitativo e químico devem ser alcançados, a fim de se proteger a saúde humana e os ecossistemas dependentes associados. De acordo com a DQA: (1) o bom estado químico das águas subterrâneas é alcançado quando não existe intrusão salina na massa de água subterrânea, quando os dados de monitorização não excedem as normas de qualidade ambiental e quando as concentrações na água subterrânea, não impeçam que sejam alcançados os objectivos ambientais das águas superficiais associadas, nem reduzam significativamente a qualidade química ou ecológica dessas massas, nem provoquem danos significativos nos ecossistemas terrestres directamente

dependentes das massas de águas subterrâneas e; (2) o bom estado quantitativo das águas subterrâneas é alcançado quando o nível na água subterrânea é tal que os recursos hídricos subterrâneos disponíveis não são ultrapassados pela taxa média anual de captação a longo prazo, não estando sujeito a alterações antropogénicas que possam impedir que sejam alcançados os objectivos ambientais específicos para as águas superficiais que lhe estejam associadas, deteriorar significativamente o estado dessas águas ou provocar danos significativos nos ecossistemas terrestres directamente dependentes do aquífero. Além disso, não exista uma causa antropogénica para a intrusão salina ou qualquer outra intrusão.

Contudo, não existe nesta legislação nenhum critério relacionado com o impacto da expansão urbana desordenada, e a consequente impermeabilização do solo, e as consequências para o estado das massas de água subterrânea. O aumento da impermeabilização do solo pode ter impactos directos sobre a infiltração de água, reduzindo a sua taxa e conduzindo a uma diminuição da qualidade das águas subterrâneas.

Também, é importante referir que no caso da recarga, quer seja difusa (Scanlon et al 2002) ou localizada (de Vries and Simmers, 2002), a impermeabilização dos solos em áreas de expansão urbana, pode conduzir a uma considerável redução da sua taxa.

Além disso, o tempo de infiltração diminui em áreas de maior declive, com os consequentes impactos nas cheias e na poluição das massas de águas de superfície (CE, 2012 e CEC, 2006). Por estes dias, a Comissão Europeia ainda não adoptou uma política específica do solo com o objectivo da sua protecção (CEC, 2006). Van-Camp et al. (2004) apontam para a impermeabilização do solo como um dos principais problemas em toda a Europa. Neste relatório técnico, criado no âmbito da estratégia temática de protecção do solo, são referidos os seguintes procedimentos operacionais para a redução da impermeabilização do solo: (1) o estabelecimento de instrumentos europeus legais e outros para o controle do crescimento urbano e sua harmonização com a qualidade do solo; (2) o estabelecimento de valores limites regionais para a impermeabilização e, (3) o desenvolvimento de instrumentos jurídicos, por exemplo, instrumentos económicos, fiscais e de planeamento para a redução da impermeabilização e os seus efeitos.

A proibição das acções, anteriormente referidas, na AEPPA pode contribuir para um melhor ordenamento do território e consequente protecção do solo, através do controlo do crescimento urbano.

Em 2005, a DQA foi transposta para a legislação nacional através da Lei da Água (Lei 58/2005, 2005). No artigo 15º é referido o âmbito de intervenção das medidas de ordenamento e planeamento dos recursos hídricos, no caso das zonas objecto de medidas de protecção dos recursos hídricos: (1) perímetros de protecção das captações para consumo humano (Decreto-Lei 382/99, 1999); (2) áreas de máxima infiltração (Decreto-Lei 93/90, 1990); (3) zonas vulneráveis aos nitratos (Directiva 91/676/EEC, 1991). Em adição, é referido que certos aquíferos podem ser objecto de protecção devido à sua natureza particular e a valores ambientais, sociais e económicos.

De acordo com as orientações estratégicas de âmbito nacional (RCM 81/2012, 2012), para a delimitação das áreas estratégicas de protecção e recarga de aquíferos devem considerar-se: (1) os sistemas aquíferos e massas de água subterrânea, tal como está definido no artigo 4.º da Lei da Água (Lei n.º 58/2005, 2005), inventariados pelo INAG (actualmente, Agência Portuguesa do Ambiente – APA); (2) outros sistemas identificados em estudos técnico-

científicos validados que sejam produtivos e economicamente exploráveis, de acordo com a definição de aquífero constante da Lei da Água; (3) as aluviões, bem como algumas áreas de fracturação, que sejam importantes para a manutenção dos ecossistemas fluviais na época de estiagem; (4) outras formações hidrogeológicas indiferenciadas ou outras áreas que sejam importantes para a prevenção e redução de situações de cheia e inundação e de seca extrema, bem como para a sustentabilidade de sistemas aquáticos e da biodiversidade dependentes da água subterrânea.

Existe assim, no que concerne às águas subterrâneas, uma integração entre os objectos de aplicação da REN e os da Lei da Água, embora partindo de enquadramentos diferentes: na REN faz-se a protecção ecológica e ambiental, através do ordenamento do território (usos e acções); na Lei da Água garante-se (1) o equilíbrio entre as captações e a recarga e, (2) a inversão de tendências significativas persistentes de aumento da concentração de poluentes resultantes do impacto da actividade humana.

No artigo 4º da Lei da Água (2005) é definido “recursos disponíveis de águas subterrâneas”, que indicia para a necessidade da utilização de métodos que permitam antever a quantidade de recarga total do meio hídrico subterrâneo necessária, a longo prazo, para que se possam alcançar os objectivos de qualidade ecológica das águas superficiais associadas, de modo a se evitar uma degradação significativa do estado ecológico dessas águas e prejuízos importantes nos ecossistemas terrestres associados. A delimitação das AEPRAs tem aqui um papel chave para que não se comprometam as taxas de recarga dos aquíferos, e consequentemente o estado ecológico das águas superficiais associadas.

Segundo, o relatório “Definições e critérios de delimitação para as várias tipologias de área integradas em REN- Recursos Hídricos Subterrâneos” (Ribeiro e Mendes, 2010), desenvolvido para a aplicação do Decreto-Lei 239/2012, consideram-se ecossistemas dependentes da água subterrânea: (1) ecossistemas terrestres que integram habitats que tem um grau de dependência sazonal ou episódico da água subterrânea contida em aquíferos recargados durante a estação húmida; (2) zonas húmidas que são sazonalmente dependentes da água provinda dos aquíferos ou de formações hidrogeológicas indiferenciadas; (3) ecossistemas fluviais (aquáticos e ripários) dependentes da água subterrânea provinda dos caudais de base dos cursos de água, localizados, em especial, em zonas áridas e semiáridas e, (4) sistemas estuarinos e costeiros, nomeadamente as lagunas costeiras, onde as entradas de água subterrânea têm um papel na diluição da água salgada.

No caso de documentos das orientações estabelecidas para a implementação da DQA para o estado das massas de água subterrânea (European Commission and Environment, 2003, 2009) são estabelecidos como ecossistemas terrestres dependentes da água subterrânea (ETDA), a se considerar para o estabelecimento do estado das massas de água subterrânea: (1) zonas protegidas da Rede Natura 2000 directamente dependentes da água subterrânea e, (2) outros ETDA suficientemente importantes em termos de valores ecológico e socioeconómico, onde as alterações na água subterrânea podem ter repercussões severas no seu estado. No documento das orientações da DQA para as zonas húmidas (European Commission and Environment, 2003) é referido que, a identificação dos aquíferos pode, em certa medida, estar dependente da determinação da água subterrânea como suporte directo dos ETDAS. Contudo, a abordagem europeia das orientações estratégicas está particularmente focalizada para as zonas húmidas, não merecendo o mesmo destaque outros ecossistemas dependentes de água subterrânea. De resto, no que se refere aos ecossistemas subterrâneos que ocorrem nos aquíferos cársicos não é feita qualquer referência. No caso da REN (Decreto-Lei 239/2012,

2012) já é referido como objectivo a sustentabilidade dos ecossistemas de águas subterrâneas, principalmente nos aquíferos cársicos, como por exemplo os invertebrados que ocorrem em cavidades e grutas.

Como a REN e Lei da Água têm os mesmos objectos de aplicação, existem algumas dificuldades decorrentes da aplicação da DQA, que devem também ser consideradas para a delimitação das AEPRA, nomeadamente: (1) As redes de monitorização qualitativa e quantitativa das massas de águas subterrâneas não têm, geralmente, uma boa representatividade espacial e, em certos casos, elas ainda não existem, (2) as lacunas e faltas de dados de monitorização a longo prazo, não permitem a detecção das mudanças naturais, das operadas pelo Homem; (3) a definição dos objectivos ambientais para as massas de águas subterrâneas, tendo como base a protecção dos ETDAS de danos significativos, não existindo na DQA nenhuma definição do termo “significativo”, devendo este ser interpretado como respeitando a qualidade ecológica dos ETDAS.

Se as primeiras dificuldades tenderão mais facilmente a desaparecer, uma vez que, os Programas de Medidas passarão inevitavelmente por uma melhoria das redes de monitorização e pela necessidade de uma monitorização a longo prazo; a terceira dificuldade levará mais tempo a ser ultrapassada, uma vez que é necessário perceber quais são as necessidades de água de espécies críticas e habitats e definir especificamente a fronteira de tolerância dos níveis de água subterrânea para cada tipo de ecossistema.

3. Ecossistemas dependentes de água subterrânea

Em Portugal, particularmente em zonas áridas ou semiáridas, muitos ecossistemas aquáticos e ribeirinhos são classificados como ecossistemas dependentes de águas subterrâneas (EDAS), por causa da contribuição das águas subterrâneas para o seu escoamento de base. Apesar das rochas da Unidade do Maciço Hercínico terem principalmente um baixo potencial hidrogeológico, há exemplos de cursos de água que dependem da entrada de água de subterrânea. A existência de falhas geológicas na bacia hidrográfica do rio Guadiana é responsável pela manutenção do nível da água do curso de água do Enxoe (Alves et al., 2002). Além disso, o aquífero cársico da Escusa contribui grandemente para o fluxo do rio Sever (Monteiro, 2001).

Outros exemplos de EDAS, incluindo nascentes e aquíferos em zonas húmidas dependentes, podem ser encontrados em Portugal. A maioria dos estudos de EDAS está concentrada na orla costeira, onde há vários exemplos de descarga de aquíferos em lagoas costeiras. Por exemplo, na Unidade ocidental, a Ria de Aveiro tem contribuição de água doce do aquífero quaternário de Aveiro (Condesso de Melo e Marques da Silva, 2008), na Bacia do Tejo-Sado, a lagoa de Santo André tem entradas de água doce do aquífero de Sines (Monteiro et al, 2008).e, na Unidade Meridional, a Ria Formosa recebe água doce do aquífero da Campina de Faro (Monteiro et al, 2006).

Embora em Portugal, haja consideráveis exemplos de EDAS, ainda existem muitas lacunas de conhecimento na (1) identificação de EDAS, (2) avaliação das ligações hidráulicas entre os aquíferos e águas superficiais (3) avaliação das necessidades de água subterrânea dessas águas superficiais e ecossistemas terrestres associados.

A nível nacional, a maior parte do trabalho relacionado com EDAS são baseados em: (1) modelos numéricos de fluxo de águas subterrâneas, para avaliação da entrada de água doce ou

de nutrientes em lagoas costeiras (eg Monteiro et al, 2008, Stigter et al, 2009.); (2) sistema de informação geográfica (SIG) e modelos conceptuais de aquíferos e presença de lagoas temporárias, para fornecer um ponto de partida para a identificação de EDAS, para a escala regional (por exemplo, Monteiro et al., 2011), (3) definição e identificação de bioindicadores (macrofauna), para avaliação do impacto das mudanças climáticas sobre os recursos costeiros de águas subterrâneas e os ecossistemas dependentes (Stigter et al, 2009; Silva et al, 2012) e, (4) abordagem combinada para, identificação do papel desempenhado pela descarga submarina de água subterrânea, na transferência de contaminantes para os ambientes marinhos costeiros. Esta abordagem mais complexa combina técnicas de observação da Terra, balanço hidrológico de massa, traçadores de isótopos estáveis e radioactivos e dinâmica de nutrientes (Rocha et al., 2011).

4. Orientações estratégicas desenvolvidas a nível nacional

As orientações estratégicas de âmbito nacional compreendem as directrizes e os critérios para a delimitação das áreas integradas na REN a nível municipal.

Na nova legislação, para a delimitação AEPR, o conceito de recarga do aquífero é utilizado em vez de infiltração. No presente estudo, a recarga mede a quantidade de água que atinge a zona saturada do aquífero, contribuindo para o armazenamento da água subterrânea. A recarga difusa é a recarga derivada de precipitação ou irrigação, que ocorre de forma bastante uniforme ao longo de grandes áreas (Scanlon et al 2002), enquanto a recarga localizada refere-se ao longo de caminhos preferenciais de fluxo (de Vries e Simmers, 2002).

Considerou-se como informação fundamental para a delimitação das AEPR: (1) Carta Geológica de Portugal na escala de 1:50 000 e respectivas notícias explicativas, ou outra cartografia geológica em escala superior, como, por exemplo, os levantamentos de campo litoestratigráficos na escala de 1:25 000 (disponíveis a pedido) — LNEG; (2) Carta de solos — DGADR, DRAP, UTAD; (3) Planos de Bacia Hidrográfica — APA, I. P; (4) teses de mestrado e doutoramento, estudos geológicos, hidrogeológicos e geotécnicos, artigos científicos publicados em revistas especializadas; (5) inventário de captações e relatórios de sondagem; (6) características das formações geológicas com destaque para as que conferem maior permeabilidade: enquadramento geológico, incluindo identificação e descrição das unidades litoestratigráficas existentes e das principais estruturas tectónicas e perfis geológicos; (7) caracterização dos sistemas aquíferos, incluindo, entre outros, comportamento hidrodinâmico, vulnerabilidade à contaminação e intrusão marinha.

Como resultado da grande diversidade hidrogeológica existente em Portugal e da disparidade na disponibilidade de informação de base, é impossível assumir uma metodologia única para a delimitação das AEPR, estando esta dependente da qualidade de informação existente.

Os modelos numéricos do escoamento subterrâneo permitem a simulação do comportamento da hidrodinâmica do aquífero. Estes modelos, desenvolvidos à luz do conhecimento técnico - científico existente, são calibrados com dados físicos do terreno e elaborados com base em modelos conceptuais do aquífero e são uma ferramenta eficaz para definir as áreas de recarga e descarga dos aquíferos. Nas formações aquíferas em que a recarga é difusa a melhor forma para se estimar se determinados usos e acções do solo vão influenciar a quantidade de recarga é através da utilização de um modelo numérico do escoamento subterrâneo calibrado e em que são formulados cenários tendo em conta os diferentes usos e acções a adoptar. Mesmo nas formações cársicas em que às vezes é possível delimitar, *a priori*, algumas áreas preferenciais

para a recarga como por exemplo depressões como sumidouros, o recurso a modelos numéricos não deixa de ser uma ferramenta valiosa e fundamental num sistema de apoio à decisão para a gestão destes recursos hídricos subterrâneos, uma vez que podem, por exemplo, contabilizar as contribuições das águas subterrâneas nos caudais de base de cursos de água. Pela sua importância estratégica para a sustentabilidade do ciclo hidrológico terrestre devem ser delimitadas as áreas de descarga de aquíferos, identificadas em estudos específicos validados, em especial as referentes a aquíferos costeiros e de zonas estuarinas, já que a alteração dos seus caudais de descarga, principalmente devido à sobreexploração, tem um impacto significativo nas taxas de diluição das águas, modificando as características dos habitats dos ecossistemas daquelas zonas pelas alterações na qualidade da água, em particular da salinidade. Outro aspecto relevante, é que se podem modelar aquíferos com base em cenários socioeconómicos desenvolvidos para o estudo das alterações climáticas e prever algumas possíveis alterações na sua hidrodinâmica.

Sempre que haja resultados de modelos da hidrodinâmica subterrânea que delimitem áreas preferenciais de recarga (recarga localizada), estas são obrigatoriamente consideradas AEPRAs (RCM 81/2012, 2012).

Contudo, no contexto actual a maioria dos sistemas aquíferos não dispõe de modelos calibrados e em muitos não é conhecido, em rigor, o seu modelo conceptual.

Enquanto estes resultados não estiverem disponíveis, faz-se, provisoriamente e em substituição, a delimitação com base no conceito de vulnerabilidade intrínseca à poluição, a partir de índices que têm em conta a definição do tipo de aquífero (cársico, poroso e fissurado). Define-se vulnerabilidade "intrínseca" como uma medida do tempo de viagem da água desde o ponto de entrada de um contaminante até a uma localização de referência na água subterrânea, é uma característica do aquífero e do material sobrejacente e das condições hidrológicas (Focazio et al, 2002.). Deste modo, as áreas mais vulneráveis são também as áreas mais permeáveis que alimentam o aquífero, com maior impacto para a qualidade da água subterrânea.

A avaliação da vulnerabilidade à poluição é feita com recurso a métodos específicos, adaptados ao tipo de sistema aquífero, considerando-se no caso de existirem aquíferos sobrepostos, a vulnerabilidade à contaminação para o sistema aquífero mais superficial. São considerados os seguintes índices: (1) o índice de susceptibilidade intrínseca (Ribeiro, 2005; RCM 81/2012, 2012) será utilizado em sistemas aquíferos porosos ou com dupla porosidade, (2) o método EPIK (Doerfliger e Zwahlen 1997) será aplicado nos aquíferos cársicos e, (3) o método VULFRAC (Fernandes, 2003), será utilizado em sistemas aquíferos fissurados. Outros índices de vulnerabilidade intrínseca poderão ser utilizados, desde que tenham sido validados e/ou submetidos a uma revisão por pares.

As AEPRAs delimitadas com base no conceito de vulnerabilidade à poluição devem ser alteradas na sequência de um conhecimento mais rigoroso acerca da recarga e descarga de aquíferos, resultante de modelos numéricos de escoamento subterrâneo.

No entanto, os métodos propostos serão apenas utilizados em municípios sem AEPRAs delimitadas e/ou que tenham áreas que possam ser desvinculadas desta protecção, nos restantes haverá uma correspondência das áreas de máxima infiltração (Decreto -Lei n.º 93/90, 1990), com a nova categoria AEPRAs.

5. Conclusões

Agora, mais do que nunca, Portugal enfrenta o desafio de alcançar a sustentabilidade do meio ambiente, onde a água subterrânea desempenha um papel crucial. Com a introdução de directrizes da Directiva Quadro da Água, a Reserva Ecológica Nacional oferece uma visão mais holística do ciclo da água. No entanto, a sua implementação é exigente ao nível dos dados que são necessários, correndo o risco de se tornar uma ferramenta de gestão inadequada, senão houver uma boa cooperação entre decisores e gestores de recursos hídricos ou de ordenamento do território.

A ocorrência de aquíferos e massas de águas subterrâneas é independente de fronteiras administrativas e a realidade indica que os estudos devem considerar as escalas acima do nível do município. Questões onde e como obter dados comparáveis para todo o território continental são importantes, uma vez que o conhecimento hidrogeológico não é o mesmo para todo o país.

Se por um lado, nos planos de gestão de bacia hidrográfica, elaborados de acordo com a DQA, existiram alguns problemas relacionados com as redes de monitorização, como a falta de representatividade espacial ou mesmo inexistência, lacunas e faltas de dados a longo prazo, estima-se que a nível municipal esse problema seja agravado. Também, ainda não são conhecidos estudos que estabeleçam as necessidades de água de espécies críticas e habitats de forma a se definir a fronteira de tolerância dos níveis de água subterrânea para cada tipo de ecossistema. Por outro lado, sendo na REN interditos usos e as acções no território que entrem em conflito com os objectivos de salvaguarda dos recursos hídricos subterrâneos e seus ecossistemas dependentes, é a nível municipal que se pode organizar e controlar a expansão urbana. Igualmente cabe à Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional e às entidades administrativas representativas dos interesses, a pronunciarem-se sobre a compatibilidade das novas áreas ou propostas de alteração efectuadas pelos municípios das AEPRAs, bem como sobre as propostas de exclusão dessas e sua fundamentação.

Nas orientações estratégicas são consideradas diferentes metodologias de acordo com os estudos e dados existentes, tendo sempre uma perspectiva de alteração das áreas protegidas à luz de novos conhecimentos técnico-científicos.

Face à existência de outros diplomas vigentes de protecção dos recursos hídricos, como a Lei da Água, a REN continua a ter um papel fundamental no ordenamento do território, havendo complementaridade entre a REN e outros diplomas.

6. Referências

Alves M.H., Bernardo J.M., Ribeiro L., Matias P., 2002. Contributos para a Determinação do Caudal Ecológico em Portugal Continental, 367p. Edição APRH-INAG, Lisboa.

Condesso de Melo, M.T. and Marques da Silva, M.A. (2008). The Aveiro Quaternary and Cretaceous aquifers. In: Edmunds, W. M. & Shand, P. (ed.). The natural groundwater quality. Blackwell Publishers. Oxford.

Conselho Europeu (1983). European Regional/Spatial Planning Charter. Recommendation (84) 2 of the Committee of Ministers to Member States, 25 January 1984 at the 366th meeting of the Ministers' Deputies, 6th Session of the CEMAT in Torremolinos.

Commission of the European Communities (CEC) (2006). Commission Staff Working Document, Thematic Strategy for Soil Protection: Impact Assessment of the Thematic Strategy on Soil Protection. COM(2006) final, Brussels, 26 pp.

Decreto-Lei 321/83. Diário da República – I Série, Nº152, de 05.07.1983, 2425-2427, Ministério da Qualidade de Vida.

Decreto-Lei 93/90. Diário da República – I Série, Nº65, de 19.03.1990, 350-1354, Ministério do Planeamento e Administração do Território.

Decreto-Lei 382/99. Diário da República – I Série - A, Nº222, de 22.09.1999, 6623-7310. Ministério do Ambiente.

Decreto-Lei 166/2008. Diário da República – I Série, Nº162, de 22.08.2008, 5865-5882, Ministério do Ambiente, do Ordenamento, do Território e do Desenvolvimento Regional.

Decreto-Lei 239/2012. Diário da República – I Série, Nº212, de 02.11.2012, 6308-6346, Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território.

De Vries, J. J. and Simmers, I, (2002). Groundwater recharge: an overview of processes and challenges. *Hydrogeology Journal* (2002) 10:5–17

Directiva 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23.10.2000. A framework for Community action in the field of water policy, Off. J. Eur. Communities 22/12/2000; L327: 0001-0073.

Directiva 2006/118/EC do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa à protecção das águas subterrâneas contra a poluição e a deterioração, Off. J. Eur. Communities 27.12.2006, L372: 19-31.

Directiva 91/676/EEC do Conselho relativa à protecção das águas subterrâneas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola, Off. J. Eur. Communities 31.12.91, L375: 1-8. Doerfliger and Zwahlen (1997). "EPIK- A new method for outlining of protection areas in karstic environment" in Gunnay G, Jonshon AI (eds) – international Symposium and Field seminar on karst waters and environmental impacts, Antalya, Turkey, Balkema, Rotterdam, pp.117-123.

European Commission and Directorate-General for the Environment (2003). *The Role of Wetlands in the Water Framework Directive*. Vol. Guidance Nº 12, 2003.

European Commission and Directorate-General for the Environment (2009). *Guidance on Groundwater Status and Trend Assessment*. Guidance Document Vol. 18 2009. European Commission (EC) (2012). Commission Staff Working Document - Guidelines on best practice to limit, mitigate or compensate soil sealing. Brussels, 12.4.2012, SWD(2012) 101 final, 65 pp.

Fernandes A.J. (2003). "The Influence of cenozoic tectonics on the groundwater production capacity and vulnerability of fractured rocks: a case study in Sao Paulo, Brazil" in Krazny, Hrkal & Bruthans (eds) Groundwater in Fractured Rocks 61-62 Prague, Czech Republic

Focazio, M. J., Reilly, E., Rupert, M.G. and Helsel, D. R. (2002). Assessing Ground-Water Vulnerability to Contamination: Providing Scientifically Defensible Information for Decision Makers, U.S. Geological Survey Circular 1224.

Lei 58/2005. Aprova a Lei da Água, transpondo para a ordem jurídica nacional a Directiva n.º 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro, e estabelecendo as bases e o quadro institucional para a gestão sustentável das águas. Diário da República – I Série-A, N.º249, 29.12.2005, 7280-7310, Assembleia da República.

Monteiro, J. P., 2001. Characterisation of a carbonate aquifer for the application of a regional discrete continuum flow model (Castelo de Vide carbonate aquifer - Alentejo, Portugal). PhD Thesis, Université de Neuchâtel.

Monteiro, J. P.; Ribeiro, L.; Martins, R.; Martins, J.; Bento, L., 2006. Monitorização e modelação dos aquíferos costeiros do Algarve, in Actas do VII Congresso Nacional de Geologia, vol II, pp. 557-560, Estremoz (Portugal).

Monteiro, J. P., Chambel, A.; Martins, J. (2008). Conceptual and Numerical Flow Model of the Sines Aquifer System (Alentejo, South Portugal). International Groundwater Symposium. International Association of Hydraulic Engineering and Research (IAHR). Istanbul-Turkey. p.38

Monteiro, J.P., Alcobia, S., Martins, R., Chambel, A., Duque, J., Agra, R., Bettencourt, P. e Sarmento, P., 2011. Contributo para a Identificação de Ecossistemas Dependentes de Água Subterrâneas nas Bacias Hidrográficas do Sado e Mira e do Guadiana em Portugal. VII Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua “Ríos Ibéricos +10. Mirando al futuro tras 10 años de DMA” 16/19 de febrero de 2011, Talavera de la Reina, 6 pp.

PNPOT (2006). Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território, Programa de Acção, 107 pp, Dezembro 2006, Portugal.

RCM 81/2012. Presidência do Conselho de Ministros, Resolução do Conselho de Ministros n.º81/2012, de 3 de Outubro, DR 2012, 1(92): 5502-27.

Ribeiro, L., 2005. Desenvolvimento e aplicação de um novo índice de susceptibilidade dos aquíferos à contaminação de origem agrícola. 7º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa, APRH, 29 Maio a 2 Junho.

Ribeiro, L. e Mendes, M.P. (2010). Definições e critérios de delimitação para as várias tipologias de área integradas em REN: Recursos Hídricos Subterrâneos. Comissão Nacional da Reserva Ecológica, Direcção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano.

Rocha, C.; Veiga-Pires, C.; Wilson, J.; Anibal, J.; Monteiro, J.P.; Scholten, J. (2011) Ecosystem-Level Impact Signals of Groundwater Borne Continental Nitrate Transfer to the Ria Formosa Lagoon by Submarine Groundwater Discharge (SGD) Traced along the Mixing

Gradient by a Multi-Indicator Approach. Geochemical Society and the European Association of Geochemistry. Goldschmidt conference. Mineralogical Magazine. Prague, Czech Republic. pp 1738

Scanlon, BR, Healy, RW, Cook, PG, 2002. Choosing appropriate techniques for quantifying groundwater recharge: *Hydrogeology J.* 10, 18–39.

Silva A.C.F., Tavares P., Shapouri M., Stigter T., Monteiro J.P., Machado M., Cancela da Fonseca L., Ribeiro L., 2012. Estuarine biodiversity as an indicator of groundwater discharge *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 97 (2012) 38-43.

Stigter, S.; Ribeiro, L.; Monteiro, J.P.; Nunes, J.P.; Oliveira, R.; Tavares, P. (2009) Assessing and managing the impact of climate change on coastal groundwater resources and dependent ecosystems: the CLIMWAT project. International Conference on Ecohydrology and Climate Change. Tomar - Portugal

Van-Camp. L., Bujarrabal, B., Gentile, A-R., Jones, R.J.A., Montanarella, L., Olazabal, C. and Selvaradjou, S-K. (2004). Reports of the Technical Working Groups Established under the Thematic Strategy for Soil Protection. EUR 21319 EN/1, 872 pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.