# PLANEAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS NO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES (PORTUGAL) E O IMPACTO DA DIRECTIVA-QUADRO DA ÁGUA

**J. Virgílio Cruz* e A. G. Brito****

**Departamento de Geociências, Universidade dos Açores*
***Centro de Engenharia Biológica/IBQF, Universidade do Minho.*

## Resumo

A importância das águas subterrâneas no abastecimento no arquipélago dos Açores sublinha a necessidade de promover uma adequada gestão sustentável dos recursos hídricos. O diagnóstico efectuado no âmbito do Plano Regional da Água permitiu identificar as lacunas de conhecimento, e perspectivar um conjunto de programas, de forma a promover a protecção integrada das águas subterrâneas, a monitorização quantitativa e qualitativa e a melhoria dos procedimentos de gestão institucional.
A Directiva-Quadro da Água da União Europeia veio colocar um novo desafio ao sector da água nos Açores, em face da calendarização indicada impor uma resposta rápida e integrada. No presente trabalho são salientadas as relações entre as linhas de acção propostas no Plano Regional da Água e os requisitos da Directiva-Quadro, salientando-se, igualmente, a necessidade de formação especializada na temática da hidrogeologia, de forma a dotar a região de um quadro de técnicos especializados aptos a acompanhar os trabalhos necessários.

## 1. Introdução

A água subterrânea constitui um recurso natural renovável que, frequentemente, não é convenientemente valorizado, o que se reflecte noinsuficiente reconhecimento do seu papel relevante ao nível ambiental, social e económico. No entanto, constitui uma origem de água relativamente acessível que, em regra, apresenta uma maior qualidade que as captações superficiais alternativas, pelo que os custos de tratamento que lhe estão associados são menores. Em resultado deste enquadramento, a água subterrânea tem sido submetida a uma pressão crescente que, em certos casos, tem conduzido a situações de sobre-exploração de aquíferos e à degradação da qualidade resultante de contaminação por fontes poluidoras não controladas.

Nos Açores, região constituída por nove ilhas de origem vulcânica, a água de origem subterrânea assegura cerca de 97% do abastecimento à população e actividades económicas – valor que corresponde ao registo de cerca de 500 origens de água para consumo humano – o que lhe confere uma importância ambiental, social e económica de inegável valor. Actualmente, não obstante os recursos de água subterrânea estarem estimados em 1587.7 $Mm^3$/ano, já se colocam alguns problemas no acesso à água subterrânea, em resultado de condicionantes hidrogeológicas que acentuam a vulnerabilidade dos aquíferos à salinização e à poluição difusa ligada às actividades pecuárias. Esta problemática contribuiu, decisivamente, para realçar a necessidade da elaboração de um instrumento de planeamento e gestão de recursos hídricos a nível de toda a Região.

No presente trabalho apresentam-se os resultados obtidos na vertente dos recursos hídricos subterrâneos no âmbito do Plano Regional da Água da Região Autónoma dos Açores (PRA). O PRA corporiza um esforço de planeamento estratégico e gestão integrada da água, especialmente determinante porque à vulnerabilidade dos aquíferos e ecossistemas nas zonas insulares, se alia uma

relativa escassez de recursos com potencial económico e com exploração ambientalmente sustentável na Região. Este instrumento multidisciplinar que, recentemente, foi concretizado, é coerente com a estratégia definida a nível do desenvolvimento do espaço comunitário relativamente ao planeamento do território em zonas costeiras e zonas insulares, contemplando uma visão integrada das potencialidades do meio e um reconhecimento das interacções dos usos do solo - à escala regional e local - com a gestão do ciclo hidrológico no seu conjunto.

Em termos mais específicos, o PRA também correspondeu à primeira abordagem integrada da hidrogeologia dos Açores e materializou o diagnóstico da situação de referência – contemplando, entre outros aspectos, a delimitação de 54 sistemas aquíferos, a caracterização hidrodinâmica e hidrogeoquímica, a avaliação de recursos e reservas aquíferas, a identificação de lacunas de conhecimento - e a definição de uma programação articulada em termos materiais e financeiros para se atingir os objectivos que, numa base multidisciplinar, o Plano se propõe alcançar ao longo da sua implementação.

Não obstante as deficiências de informação detectadas, defende-se que estas não devem coarctar o desenvolvimento de medidas de gestão da água subterrânea, como, por exemplo, o reforço do licenciamento das captações - dado que se verifica uma forte pressão para a execução de furos em ilhas com menores disponibilidades de água – e, por via do estabelecimento de perímetros de protecção e o reforço da rede de monitorização, a protecção das origens. Com efeito, o estabelecimento de um efectivo sistema de gestão de recursos hídricos subterrâneos é um processo complexo, pelo que as medidas que entretanto se implementem permitirão aliviar a pressão sobre os recursos e ganhar espaço para a tomada de decisões integradas de maior alcance. Na verdade, fruto da sua importância no contexto do abastecimento de água a múltiplas actividades humanas, os recursos hídricos subterrâneos são o cerne de medidas integradas para a gestão da água nos Açores.

A adopção da Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho nº 2000/60/CE, publicada em 22 de Dezembro, sobre o quadro de acção no domínio da política da água, veio colocar, pelas exigências decorrentes dos ambiciosos objectivos ambientais considerados, um novo desafio, cuja aplicação e consequências para os Açores são discutidas neste trabalho. Julga-se, aliás, que a região dos Açores, pelo seu enquadramento físico e pelo conjunto de especificidades que lhe estão associadas, constituirá um verdadeiro laboratório para estudar o impacto da implementação da Directiva-Quadro da Água.

## 2. Situação dos recursos hídricos nos Açores

### 2.1. Climatologia

O clima dos Açores é influenciado pelo posicionamento do arquipélago, localizado numa bacia oceânica aberta ao polo norte e aos trópicos (Ferreira, 1980), pelo que as massas de ar marinho interagem com massas de ar polares. Para além destas condicionantes relacionadas com a dinâmica global, outros factores, como a altitude, a distância à linha de costa e a exposição do relevo, marcam igualmente o clima nas ilhas, como reconhecido desde os trabalhos pioneiros de Agostinho (1938) e Bettencourt (1979).

Em geral, o clima dos Açores pode ser considerado como temperado marinho, o que se reflecte pela baixa amplitude térmica, elevadas pluviosidade e humidade relativa e ventos persistentes. Outra característica do clima dos Açores é a bem marcada diferença entre uma estação seca e uma estação húmida (Ferreira, 1980), expressa pelo facto de entre Outubro e Março ocorrer cerca de 75% da precipitação total anual (DROTRH/INAG, 2001).

A precipitação média anual nos Açores é igual a 1930 mm, variando entre 966 mm na ilha Graciosa a 2647 mm na ilha das Flores, excedendo largamente o valor médio anual da evapotranspiração real no arquipélago, igual a 581 mm. A evapotranspiração real média varia igualmente de ilha para ilha, entre 502 mm/ano em São Jorge e 632 mm/ano na Graciosa (DROTRH/INAG, 2001).

## 2.2. Escoamento superficial

A drenagem superficial no arquipélago dos Açores caracteriza-se pela existência de cursos de água pequenos, apresentando a mais extensa linha de água do arquipélago um comprimento máximo de 29 Km, e geralmente apresentam um regime torrencial. Em função da permeabilidade superficial das formações superficiais e do declive do relevo o padrão de drenagem apresenta diferenças bem marcadas e, nalgumas ilhas, existem extensas áreas onde a densidade de drenagem é zero, contrastando com outras zonas onde este parâmetro morfométrico é muito mais elevado (Cruz, 1997, Cruz e Silva, 2001). A área das bacias hidrográficas é reduzida, não excedendo 30 $Km^2$ (DROTRH/INAG, 2001).

O escoamento anual médio nos Açores é igual a 680 mm, variando entre 134 mm na ilha Graciosa e 1371 mm nas Flores. Integrando a área das ilhas, é possível estimar o escoamento total médio, igual a $322x10^6$ $m^3$/ano, que mostra igualmente diferenças bem contrastantes de ilha para ilha, correspondendo o valor mínimo ao observado na Graciosa ($8x10^6$ $m^3$/ano) e o máximo a São Miguel ($1731x10^6$ $m^3$/ano; DROTRH/INAG, 2001).

## 2.3. Hidrogeologia e avaliação da recarga

### 2.3.1. Inventário de pontos de água subterrânea

O inventário de pontos de água subterrânea realizado no âmbito do Plano Regional da Água permitiu referenciar a existência de 950 nascentes e 83 furos (Cruz, 2001a), aferindo trabalhos anteriores de Paradela (1980) e Mendonça (1992).

A distribuição de nascentes no arquipélago apresenta grandes assimetrias, o que resulta da influência de factores geomorfológicos e climáticos, para além do comportamento hidrogeológico do meio vulcânico, o que é demonstrado pela densidade de pontos de água subterrânea. A importância desta última condicionante é marcada, por exemplo, pelo reduzido número de emergências identificadas na ilha do Pico, quando comparada com o número de nascentes identificadas na ilha de Santa Maria, em ambientes geológicos similares mas diferenciados pela idade contrastante de ambas as ilhas, o que potencia a influência de factores secundários como a alteração das rochas.

### 2.3.2. Parâmetros hidrodinâmicos

A interpretação dos registos dos ensaios de bombeamento, quando disponíveis, e a realização de ensaios de maré, permitiram estimar alguns valores de parâmetros hidrodinâmicos (Cruz, 2001a).

Os resultados da determinação da transmissividade mostram uma grande variabilidade de ilha para ilha, correspondendo os valores mais elevados a furos na Graciosa, no Pico e no Faial, enquanto os mais baixos são observados em Santa Maria. A classificação de Krásný (1993) demonstra isso mesmo, na medida que naquelas ilhas respectivamente 90%, 84.6% e 72.7% dos resultados se enquadram no grupo de transmissividades muito altas, que engloba todos os valores superiores a 1000 $m^2/d$, enquanto 50% das determinações levadas a cabo sobre dados de Santa Maria podem ser consideradas como intermédias (10 a 100 $m^2/d$). O conjunto de resultados (n = 65) varia entre 1.43 e 34809.0 $m^2/d$, com a mediana igual a 3162.24 $m^2/d$, correspondendo 63.5% das estimativas a valores muito altos.

Os valores de difusividade hidráulica obtidos na ilha do Pico (Cruz, 1997, Cruz e Silva, 2001), através da realização de observações de efeito de maré em poços e furos, que corresponde a um fenómeno generalizado nas captações efectuadas no sistema aquífero basal, conjugados com as estimativas de transmissividade para os mesmos pontos de água, permitiram determinar o coeficiente de armazenamento nalguns aquíferos. Estas determinações – predominantemente na ordem de grandeza de $10^{-3}$ a $10^{-4}$ – são compatíveis com observações efectuadas em aquíferos fissurados, o que se conforma ao enquadramento hidrogeológico local.

### 2.3.3. Recarga aquífera e avaliação de recursos

As disponibilidades hídricas subterrâneas foram avaliadas no decurso das investigações de base do Plano Regional da Água dos Açores. Para este efeito, foi utilizado o modelo CIELO (Azevedo, 1996), programa de simulação desenvolvido num sistema de informação geográfica que executa o balanço hídrico numa dada ilha, validado de acordo com os dados desse espaço insular.

As taxas de recarga estimadas nos Açores variam entre um mínimo de 8.5% e 62.1% da pluviosidade, e os valores mais elevados foram estimados nas ilhas do Pico, Terceira, Faial, São Miguel e Graciosa. O valor máximo foi determinado na ilha do Pico, em zonas onde predominam escoadas lávicas basálticas *s.l.* muito recentes, sem cobertura de solos.

O volume total de recursos hídricos subterrâneos no arquipélago dos Açores, estimado a partir da recarga, é igual a $1587.7 \times 10^6$ $m^3$/ano, distribuindo-se os valores relativos a cada ilha entre um mínimo de $8.3 \times 10^6$ $m^3$/ano no Corvo e um máximo de $582 \times 10^6$ $m^3$/ano no Pico. Para além desta última ilha, observam-se valores acima da mediana ($101.3 \times 10^6$ $m^3$/ano) em São Miguel, São Jorge, Terceira e Flores. O valor da recarga apontado corresponde ao volume de recursos hídricos renováveis, na medida que estas grandezas são equivalentes num espaço de tempo suficientemente alargado (Castany, 1963).

## 2.4. Hidrogeoquímica

Investigações conduzidas nos últimos anos permitiram estabelecer uma base de dados relativa à composição química da água subterrânea no arquipélago dos Açores (Cruz, 2001a, 2001b), e

salientar os principais processos geoquímicos intervenientes, bem como identificar as ameaças actuais para a qualidade da água.

As emergências de águas frias apresentam uma temperatura média de cerca de 15ºC e um pH que varia entre 4.7 e 8.21. Correspondem a águas pouco mineralizadas, como sugerido pela gama de valores de condutividade eléctrica, entre 36 e 725 ?S/cm, a que corresponde uma média de 188 ?S/cm. Quanto à dureza, as águas analisadas podem ser classificadas como brandas, dado o valor médio deste parâmetro ser igual a 33.7 mg/L $CaCO_3$.

Nas nascentes, a composição química das águas subterrâneas é dominada pelos iões $HCO_3^-$, $Cl^-$, $Na^+$ e $K^+$, e as amostras analisadas correspondem predominantemente a fácies cloretadas sódicas a bicarbonatadas sódicas. Os iões predominantes em solução, cloreto e sódio, correspondem respectivamente a 13.8% a 84.9% a 38% a 93.2% do conteúdo relativo em aniões e catiões, o que põe em relevo a influência do acarreio de sais de origem marinha, nomeadamente pelos agentes climatéricos. Outras nascentes apresentam águas cuja composição é dominada pelo bicarbonato, e este enriquecimento, que pode explicar até 84.9% do conteúdo aniónico relativo, indicia a influência dos processos de dissolução de minerais silicatados, bem como a dissolução de $CO_2$ nos solos. Nalgumas regiões do arquipélago, a influência de voláteis vulcânicos, de origem profunda, também pode explicar o enriquecimento em $HCO_3^-$ .

As águas subterrâneas captadas em furos apresentam mineralizações mais elevadas, como é sugerido pelo valor da mediana da condutividade, igual a 1044 ?S/cm (Cruz, 2001b), e apresentam geralmente fácies cloretadas sódicas. A salinização dos furos que captam no sistema aquífero basal é favorecida nalgumas ilhas pelas condições geológicas e, nalguns casos, provocaram o abandono de furos com os inerentes encargos financeiros negativos (Cruz e Silva, 2000).

Para além das consequências negativas decorrentes da salinização, bem como da poluição natural relacionada com a actividade vulcânica, a poluição difusa ligada às actividade agrícolas constitui outra ameaça sobre a qualidade da água, tendo sido identificados pontos de água subterrânea com enriquecimentos em espécies azotadas ou contaminadas microbiologicamente.

### 2.5. Usos e necessidades em água

O principal uso da água no arquipélago dos Açores relaciona-se com o consumo urbano, a que corresponde uma necessidade estimada em aproximadamente $15176 \times 10^3$ $m^3$/ano, contabilizando um valor de 30% de majoração relativa às perdas na rede de adução, para um valor total de consumo de $27333 \times 10^3$ $m^3$/ano (DROTRH/INAG, 2001). Para além do consumo urbano, os sectores da indústria e da agro-pecuária apresentam também necessidades em água elevadas, respectivamente da ordem de $5724 \times 10^3$ $m^3$/ano e $5723 \times 10^3$ $m^3$/ano. Considerando os cenários prospectivos apresentados no Plano Regional da Água, é possível antever, no somatório dos cenários mais exigentes em termos de necessidades de água, uma subida do consumo em cerca de 30%, atingindo-se valores superiores a $20000 \times 10^3$ $m^3$/ano em 2020.

A importância das origens subterrâneas no abastecimento na Região é substancial, na medida que 97% da água provêm da captação de nascentes e do bombeamento em furos (Cruz e Coutinho, 1998), correspondendo a um volume anual de $24.7 \times 10^6$ $m^3$ (DROTRH/INAG, 2001).

Comparativamente, o volume de água superficial captado anualmente, em 4 lagoas[1] e um curso de água, é muito menor, igual a $0.8x10^6$ $m^3$.

## 4. Implicações da Directiva-Quadro da Água nos Açores

### 4.1. Enquadramento

A Directiva-Quadro da Água (DQA) constitui um documento integrador da política da água na União Europeia, que visa promover o uso equilibrado e sustentado dos recursos hídricos, reduzir a poluição da água subterrânea, proteger as águas terrestres e marinhas e cumprir estritos objectivos ambientais relativos às substâncias tóxicas, assegurando, desta forma, boas condições quantitativas e qualitativas no futuro próximo (Chave, 2001, Henriques *et al.*, 2001).

A Directiva 2000/60/CE, de 23 de Outubro, foi publicada no Jornal Oficial das Comunidades Europeias em 22 de Dezembro de 2000, data a partir da qual os estados membros da União têm três anos para efectuar a transposição do normativo para o direito interno de cada nação. A transposição implicará um quadro legal complexo, na medida que implicará estabelecer relações com outras directivas actualmente em vigor directamente relacionadas com a gestão da água, designadamente a referente à contaminação por nitratos de origem agrícola (91/676/EEC), à qualidade da água para consumo humano (98/83/EC), à descarga de águas residuais urbanas (91/271/EC) e à exploração das águas minerais (96/70/EC). A ligação desta directiva em relação às substâncias prioritárias - Decisão COM (2001)17 final - é também muito forte. Em complemento, será também necessário articulá-la com outras directivas não apenas focadas na qualidade da água como, por exemplo, a directiva sobre prevenção e controlo integrado da poluição (96/61/EC) ou a directiva dos aterros sanitários (99/31/EC).

No que concerne às águas subterrâneas, a DQA promove, genericamente, a recuperação e protecção da qualidade, adoptando uma abordagem pro-activa em face da sua potencial degradação, e integra estas medidas com a utilização sustentada dos recursos subterrâneos, advogando o estabelecimento de equilíbrios entre as disponibilidades e as extracções e a descarga natural (Henriques *et al.*, 2001). Estes desideratos são consubstanciados pelos denominados objectivos ambientais, que pressupõem alcançar um bom estado em todas as águas subterrâneas, quer no que concerne à vertente quantitativa, quer no que respeita à vertente qualitativa, para o que devem ser observados os critérios definidos no Anexo V (2) da Directiva-Quadro. No geral, um bom estado quantitativo é aquele em que as extracções médias anuais não excedem os recursos existentes. Por seu turno, para alcançar um bom estado qualitativo concorrem outras condicionantes, como a inexistência de intrusão salina e de risco que a sua descarga para os cursos de água impeça as massas de água superficial de cumprir os respectivos objectivos ambientais.

Porventura o aspecto mais crítico na avaliação do bom estado qualitativo é a observância de toda a legislação comunitária aplicável às águas subterrâneas.

A visão integradora do ciclo hidrológico, como filosofia inerente à DQA, pressupõe que o estado quantitativo e químico das águas subterrâneas podem influenciar as massas de água superficiais. Não

[1] As captações superficiais nas lagoas são irregulares e dependem da existência, ou não, de disponibilidades alternativas.

obstante, a própria Directiva-Quadro prevê medidas específicas visando controlar a poluição da água subterrânea (artigo 17º), na medida que as peculiaridades das águas subterrâneas, intrínsecas à sua ocorrência e circulação, implicam a adopção de medidas de planeamento e protecção a longo prazo, compatíveis com o seu tempo de residência.

Neste contexto, o prazo temporal para que a Comissão Europeia defina medidas para prevenir e controlar a poluição das águas subterrâneas é muito curto, igual a 2 anos, para que, posteriormente à sua adopção pelos estados membros, seja possível atingir um bom estado em 2015. Contudo, se a Comissão não elaborar nenhuma proposta cabe aos estados membros, até 5 anos após a publicação da DQA, estabelecer os critérios adequados para o efeito. Como base de trabalho, a Comissão deverá socorrer-se dos resultados obtidos pelos estudos de caracterização das bacias hidrográficas requeridos pelo artigo 5º, embora o limite temporal muito curto deva obrigar a recorrer a dados anteriores relativos ao estado das águas subterrâneas (Chave, 2001).

Na ausência de critérios claros definidos pela Comissão, o artigo 17º (nº 5) permite adoptar como guia inicial um limite de 75% dos valores máximos normalizados na legislação comunitária aplicável às águas subterrâneas.

### 4.2. O Plano Regional da Água e os desafios da Directiva-Quadro nos Açores

O disposto na DQA constitui um desafio para o sector no arquipélago dos Açores, nomeadamente pela necessidade de se promover a caracterização inicial das massas de água subterrânea, visando aquilatar o risco destas não preencherem os requisitos ambientais estipulados e identificar as pressões as que as mesmas estão sujeitas, como as captações, a recarga artificial e os focos de poluição. A DQA considera que a escala de trabalho a desenvolver será a respeitante às bacias hidrográficas mas, no arquipélago dos Açores, com o território segmentado em nove ilhas de dimensão heterogénea, esta caracterização deverá ser efectuada ao nível de ilha, ainda que o Plano Regional da Água consagre os Açores como uma Região Hidrográfica para efeitos administrativos e de articulação com a autoridade nacional da água.

A proposta de Plano Regional da Água, elaborado em 2001, permitiu efectuar um diagnóstico integrado relativamente aos recursos hídricos subterrâneos, e identificar claramente todas as lacunas de conhecimento técnico e científico. Muitas da lacunas identificadas resultaram do reduzido esforço de planeamento e gestão empreendido no passado pelas autoridades locais e regionais, de que resultou um grau de conhecimento, ao nível dos recursos hídricos subterrâneos no arquipélago, marcado por uma grande assimetria. Desta forma, este documento constitui uma base de trabalho imprescindível à consecução do disposto na DQA, e permitirá obviar a um desenvolvimento dos recursos que tem sido feito à revelia da natureza complexa e da vulnerabilidade dos aquíferos, à imagem de muitas outras regiões do globo terrestre (Burke e Moench, 2000).

No decurso dos estudos técnicos relativos ao Plano Regional da Água, identificaram-se 54 sistemas aquíferos, recorrendo a uma metodologia e nomenclatura similar à adoptada no estudo congénere realizado no território de Portugal continental. A cartografia efectuada e o levantamento dos pontos de água, permitirá, assim, adaptar a delimitação efectuada ao conceito de massas de água subterrânea utilizado na DQA. Não obstante, as lacunas de conhecimento identificadas relativamente

aos aspectos quantitativos e qualitativos da água subterrânea nos Açores implicarão um esforço muito importante de investigação nesta área, que urge começar a desenvolver.

Neste contexto, e considerando que a formulação de linhas de acção dinâmicas e cujo desenvolvimento seja mensurável é um aspecto crucial no planeamento dos recursos hídricos (Betâmio de Almeida, 2000, Correia, 2000), foram propostas, no que concerne aos recursos subterrâneos, uma série de objectivos e medidas a desenvolver, hierarquizadas de acordo com o seu grau de precedência, que estão indicados no Quadro 1 (Cruz, 2001c).

As medidas consagradas pela Administração no âmbito dos estudos técnicos do Plano Regional da Água vêm, desta forma, alicerçar a aplicação da DQA e, desenvolvidas atempadamente, o que requer uma cobertura financeira assinalável, permitirão cumprir cabalmente as datas limites impostas.

Pela sua importância chave, alguns aspectos merecem um realce especial, como por exemplo o conjunto de medidas englobadas no objectivo 4º (Quadro 1). Com efeito, e no que concerne aos aspectos quantitativos, a DQA, mediante o disposto no art. 11º, requer um efectivo licenciamento e controle das captações de água subterrânea, com revisão periódica, o que exigirá um esforço por parte das entidades regionais com tutela sobre a matéria. A reinjecção de águas geotérmicas é passível de ser autorizada no âmbito da DQA, embora requerendo um licenciamento específico, e considerando que actualmente já ocorre uma operação deste tipo no campo geotérmico situado no flanco N do maciço de Água de Pau (São Miguel), e que se está a iniciar o desenvolvimento de energia geotérmica na ilha Terceira, é necessário abordar esta aspecto cautelosamente.

| **Objectivos** | **Medidas** |
|---|---|
| O.1-Aumentar o grau de conhecimento actual sobre os recursos hídricos subterrâneos dos Açores | M.1-Inventário de pontos de água.<br>M.2-Caracterização hidrogeoquímica actualizada.<br>M.3-Aferição dos valores de recarga estimados nas várias ilhas da RAA.<br>M.4-Aferição dos valores de descarga estimados nas várias ilhas da RAA. |
| O.2-Protecção integrada dos recursos hídricos subterrâneos | M.5-Mapeamento da vulnerabilidade à poluição da água subterrânea.<br>M.6-Definição de áreas de protecção às captações de água subterrânea.<br>M.7-Identificação, avaliação do risco e controlo dos focos de poluição. |
| O.3-Implementação de um sistema de monitorização | M.8-Definição e operação de redes de referência e redes específicas de monitorização. |
| O.4-Gestão dos recursos hídricos subterrâneos | M.9-Ordenamento das captações de recursos hídricos subterrâneos.<br>M.10-Fiscalização das extracções de água subterrânea<br>M.11-Constituição de bases de dados sobre as |

| | |
|---|---|
| | captações de água subterrânea |
| O.5-Informação e participação do público | M.12-Divulgação sobre a realidade da água subterrânea e a protecção dos recursos hídricos subterrâneos. |

**Quadro 1 - Linhas de acção propostas nos estudos técnicos de base relativos às águas subterrâneas (adaptado de Cruz, 2001c).**

Por outro lado, o desenvolvimento de linhas de acção tendentes a assegurar a protecção e monitorização das águas subterrâneas é uma tarefa imprescindível em qualquer esforço de planeamento de recursos hídricos (Aswathanarayana, 2001). Com efeito, as medidas que integram alguns dos objectivos listados no Quadro 1 vêm de encontro ao exposto na DQA, como por exemplo o controle dos focos de poluição pontual e difusa e o estabelecimento de programas de monitorização quantitativa e qualitativa das águas subterrâneas. Aliás a implementação de uma rede de monitorização e controlo dos meios hídricos insulares - águas interiores superficiais e subterrâneas e águas de transição - garantindo uma protecção e gestão conforme aos usos é, portanto, um dos aspectos que o Plano Regional da Água visa concretizar e que acolhe, da melhor forma, as orientações da DQA.

A definição de áreas de protecção aos pontos de água subterrânea captados, de acordo com o decreto-lei nº 382/99, de 22 de Setembro, é outra medida basilar para a protecção dos recursos, obviamente implicando a proibição ou a restrição das actividades humanas desenvolvidas nessas zonas. De acordo com a DQA, a definição de zonas de protecção implica o seu reconhecimento como áreas protegidas (art. 6º, nº 1). Aliás, actualmente, na sequência da solicitação da Direcção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos, decorre um estudo efectuado pela Universidade dos Açores visando definir estas áreas de protecção em São Miguel, sendo consensual a necessidade do seu alargamento às restantes ilhas do arquipélago. A efectiva implementação das medidas preconizadas neste trabalho constitui, certamente, uma medida urgente no contexto regional.

Por último, a vastidão e complexidade técnica das tarefas que urge empreender de forma a dar seguimento ao proposto no Plano Regional da Água e na DQA torna imprescindível apoiar e investir na formação de profissionais habilitados para o efeito, nomeadamente para conduzir as extensas tarefas de investigação hidrogeológica que serão necessárias.

## 5. Conclusões

O Plano Regional da Água constituiu não apenas uma oportunidade para efectuar um diagnóstico actualizado da situação dos recursos hídricos na Região Autónoma dos Açores, mas sobretudo, propõe um conjunto programas e acções a empreender destinados à valorização dos recursos hídricos e ecossistemas associados e, ainda, à optimização dos procedimentos de exploração e planeamento. Por maioria de razão, em face da sua importância no contexto do abastecimento de água para os vários usos, as águas subterrâneas são fundamentais no contexto da política do sector no arquipélago dos Açores.

A adopção da Directiva-Quadro da Água pela União Europeia coloca novos desafios, nomeadamente em face do calendário apertado que impõe e, como é sabido, o cumprimento do

normativo comunitário em matéria ambiental é essencial para assegurar o desenvolvimento dos programas económico-financeiros da Comunidade Europeia no âmbito das Regiões Ultra-Periféricas. Neste contexto, a prossecução das linhas de acção propostas no Plano Regional da Água, acompanhadas de estudos complementares, permitirão levar a cabo todas as tarefas requeridas na directiva, sendo que as águas subterrâneas - a nível do conhecimento, protecção e gestão - constituem um dos principais enfoques estratégicos do Plano.

**Agradecimentos**

Os autores desejam agradecer a contribuição dos colegas e elementos das equipas técnicas externas, assim como da Direcção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos (Secretaria Regional do Ambiente) e do Instituto da Água, na elaboração da proposta do Plano Regional da Água da Região Autónoma dos Açores.

**Referências Bibliográficas**

Agostinho, J. (1938): "Clima dos Açores (1º parte)". *Açoreana*, vol. 2, 35-65.

Aswathanarayana, U. (2001): *Water resources management and the environment*. Balkema, Amsterdam.

Azevedo, E.B. (1996): *Modelação do clima insular à escala local. Modelo CIELO aplicado à ilha Terceira*. Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Ciências Agrárias, Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo.

Betâmio de Almeida, A. (2000): "Reflexões sobre o planeamento de água e a situação portuguesa". *Recursos Hídricos*, vol. 21, 13-24.

Bettencourt, M.L. (1979): *O clima dos Açores como recurso natural, especialmente em agricultura e indústria de turismo*. O Clima de Portugal, 18, INMG, Lisboa.

Burke, J.J. e Moench, M.H. (2000): *Groundwater and society: resources, tensions and opportunities*. *Themes in groundwater management for the twenty-first century*. United Nations, New York.

Castany, G. (1963): *Traité pratique des eaux souterraines*. Dunod, Paris.

Chave, P. (2001): *The EU Water Framework Directive. An introduction*. IWA Publishing, Cornwall.

Correia, F.C. (2000): "O planeamento de recursos hídricos como instrumento de política de gestão da água". *Recursos Hídricos*, vol. 21, 5-12.

Cruz, J.V. (1997): *Hidrogeologia da Ilha do Pico*. Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, Universidade dos Açores, Ponta Delgada.

Cruz, J.V. (2001a): *Recursos Subterrâneos. Plano Regional da Água da Região Autónoma dos Açores*. Relatório Técnico-Científico 03/DGUA/01, Centro de Geologia Ambiental, Universidade dos Açores, Ponta Delgada.

Cruz, J.V. (2001b): "Salinization of the Basal Aquifer System at Volcanic Islands: Azores Archipelago (Portugal) Case Study". In Proceedings 3th International Conference on Future Groundwater Resources at Risk, Lisboa, em publicação.

Cruz, J.V. (2001c): *Recursos Subterrâneos. Fase II - Objectivos e Medidas. Plano Regional da Água da Região Autónoma dos Açores*. Relatório Técnico-Científico 05/DGUA/01, Centro de Geologia Ambiental, Universidade dos Açores, Ponta Delgada.

Cruz, J.V. e Coutinho, R. (1998): "Breve nota sobre a importância dos recursos hídricos subterrâneos no arquipélago dos Açores". *Açoreana*, vol. 8, 591-594.

Cruz, J.V. e Silva, M.O. (2000): "Groundwater salinisation in Pico island (Azores, Portugal): origin and mechanisms". *Environmental Geology*, vol. 39, 1181-1189.

Cruz, J.V. e Silva, M.O (2001): "Hydrogeologic framework of the Pico island (Azores, Portugal)". *Hydrogeology Journal*, vol. 9, 177-189.

DROTRH/INAG (2001): *Plano regional da água. Relatório técnico. Versão para consulta pública*. DROTRH - INAG, Ponta Delgada.

Ferreira, D.B. (1980): Contribution à l´étude des ventes et de l´humidité dans les iles centrales de l´archipel des Açores, Centro de Est. Geográficos, Lisboa.

Henriques, A.G., West, C.A. e Pio, S. (2000): "Directiva Quadro da Água. Um instrumento integrador da política da água da União Europeia, )", in *Anais (em CD ROM) do 5º Congresso Nacional da Água*, Lisboa, 19 pp.

Krásný, J. (1993): "Classification of transmissivity magnitude and variation". *Ground Water*, vol. 31, 230-236.

Mendonça, J.J.L. (1992): "Contribuição para o conhecimento da hidrogeologia do arquipélago dos Açores". *Mem. e Notícias do Mus. Lab. Min. Geol.Univ. Coimbra*, vol. 113, 57-74.

Paradela, P.L. (1980): "Hidrogeologia geral das ilhas adjacentes". *Comun. Serv. Geol. Portugal*, 66, 241-256.