

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	2
2. PRINCÍPIOS BÁSICOS	2
3. METODOLOGIA APLICADA	3
4. APLICAÇÕES AO CONCELHO DA HORTA	5
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	8
6. BIBLIOGRAFIA	9
ANEXO I (Zonas de protecção imediata, intermédia e alargada)	10
ANEXO II (Zona de protecção alargada)	20

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório apresenta as áreas de protecção relativas às captações de água subterrânea do concelho da Horta, desenvolvidas no âmbito do projecto de definição de perímetros de protecção às captações de água subterrânea da ilha do Faial. O referido trabalho foi solicitado pela Direcção Regional de Ordenamento de Território e Recursos Hídricos da Secretaria Regional do Ambiente do Governo Regional dos Açores (DROTRH/SRA) ao Centro de Vulcanologia e Avaliação de Riscos Geológicos da Universidade dos Açores.

Neste contexto, são definidos os referidos perímetros de protecção relativos às captações de água subterrânea do concelho, para o que se contou com o apoio da respectiva autarquia aquando da execução dos trabalhos.

A definição de perímetros de protecção das captações de água subterrânea, cuja obrigatoriedade legal foi estabelecida pelo decreto-lei nº 382/99, de 22 de Setembro, constitui um dos pilares essenciais à preservação da qualidade da água subterrânea, na medida em que este recurso é imprescindível ao desenvolvimento regional.

2. PRINCÍPIOS BÁSICOS

O presente relatório foi precedido de um relatório preliminar (DTC80/CVARG/06, elaborado por Coutinho *et al.*, 2006), onde foram estabelecidos os princípios básicos da metodologia a seguir devidamente sustentados nas devidas considerações técnicas. Desta forma, todas as considerações de base, relativas à explanação da metodologia podem ser consultadas no documento acima referido

No decreto-lei nº 382/99 são definidas três zonas contíguas de protecção, a saber:

- Zona de Protecção Imediata - imediatamente junto da captação de água subterrânea, deve promover a protecção directa das próprias instalações da captação.
- Zona de Protecção Intermédia - área exterior contígua à zona de protecção imediata, de forma a promover a eliminação ou redução da poluição da água subterrânea, mediante a limitação, ou mesmo proibição, de actividades e/ou instalações susceptíveis de ter um impacto negativo sobre a qualidade da água subterrânea. Estas actividades correspondem a acções directas, relacionadas com a percolação de poluentes, ou indirectas, por modificação do fluxo natural para a captação ou das condições de infiltração junto do ponto de água.

- Zona de Protecção Alargada - área exterior contígua à zona de protecção intermédia, definida de forma a promover a protecção da água subterrânea face a poluentes persistentes, de difícil atenuação natural (compostos orgânicos, substâncias radioactivas, metais pesados, hidrocarbonetos e nitratos). Tal como na área de protecção anterior, as actividades humanas podem ser condicionadas e/ou interditas, atendendo às características do foco de poluição (modo de descarga e volume de poluentes rejeitados) e dos poluentes (natureza) e às condicionantes geológicas e hidrogeológicas.

3. METODOLOGIA APLICADA

Sinteticamente, a metodologia considerada adapta o disposto no estudo piloto do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC, 1990), de forma a reflectir, tanto quanto possível, as características geológicas das formações aquíferas drenadas pelas nascentes.

Deste modo, o primeiro passo da abordagem metodológica delineada consistiu em realizar um levantamento exaustivo das captações de água subterrânea, com o apoio dos serviços técnicos dos municípios, e respectiva cartografia à escala de trabalho acordada com a DROTRH.

Com base nos sistemas tipo considerados, estabelecidos em função dos critérios discutidos em Coutinho *et al.* (2007), considera-se que a zona de protecção imediata é consubstanciada por um círculo cujo raio é indicado no decreto-lei nº 382/99: raio igual a 30 m para as nascentes que drenam aquíferos porosos, constituídos por materiais piroclásticos não consolidados, e raio igual a 60 m para as emergências que drenam aquíferos fissurados, formados por escoadas lávicas.

Para a definição da zona de protecção intermédia optou-se por determinar a velocidade linear do escoamento subterrâneo, de forma a adaptar a abordagem proposta no estudo piloto às condições hidrogeológicas. A velocidade linear da água subterrânea (v), que corresponde à razão entre o caudal que atravessa uma secção perpendicular à direcção de fluxo e a área unitária relativa aos poros conectados, é dada por (Domenico e Schwartz, 1998):

$$v = \frac{Ki}{n_e}$$

Em que:

- K, condutividade hidráulica
- i, gradiente hidráulico
- n_e , porosidade eficaz

Conhecendo o valor das variáveis indicadas, podemos então estimar a velocidade linear de fluxo e, a partir deste resultado, estimar a distância longitudinal máxima ao longo das linhas de fluxo para a zona de protecção intermédia (ZPI), projectada para um tempo de depuração de 50 dias.

Assim, para as nascentes em escoadas lávicas:

- $K = 100$ m/d
- $i = 0.02$ (LNEC, 1990)
- $n_e = 0.1$ (valor máximo em basaltos vacuolares; decreto-lei nº 382/99, segundo Custódio e Llamas, 1983)

Como a velocidade linear obtida é igual a 20 m/d, para um intervalo de tempo igual a 50 dias estima-se uma distância máxima de 1000 metros.

Para as emergências em piroclastos podem tomar-se os seguintes valores:

- $K = 100$ m/d
- $i = 0.02$ (LNEC, 1990)
- $n_e = 0.2$ (valor máximo em piroclastos; decreto-lei nº 382/99, segundo Custódio e Llamas, 1983)

Com os valores atrás indicados estima-se uma velocidade linear igual a 10 m/d, que para 50 dias de tempo de percolação conduz a uma distância de protecção de 500 metros.

O valor de K utilizado nos cálculos foi estabelecido com base nos elementos compilados em Cruz *et al.* (2001). Neste trabalho, para a ilha de São Miguel, são calculados alguns valores estatísticos da condutividade hidráulica, que apontavam para uma média igual a 250 m/d e uma mediana igual a 5.84 m/d. Atendendo ao facto dos valores deste parâmetro hidráulico sugerirem uma distribuição log-normal, optou-se por considerar um valor de K mais baixo que a média.

Em resumo, a zona de protecção intermédia poderá ser materializada de acordo com o seguinte esquema:

- Eixo maior medido a partir da emergência, para montante e segundo a direcção mais provável das linhas de fluxo subterrâneo, com uma magnitude de 500 m ou 1000 m consoante a emergência seja em depósitos piroclásticos ou escoadas lávicas, respectivamente.
- 50 m para jusante, medida a partir do local da emergência.
- 100 m na direcção perpendicular às linhas de fluxo, ou seja ao eixo maior, e medidos para ambos os lados do ponto de água a proteger.

Note-se que a interpretação da direcção mais provável das linhas de fluxo subterrâneo só é possível a partir da análise cartográfica e *in situ* do declive do terreno circundante à nascente a proteger.

Para a definição da zona de protecção alargada (ZPA) o estudo piloto (LNEC) propõe aproximar as bacias de escoamento subterrâneo mediante a análise das bacias de escoamento superficial, não obstante o erro que se comete ao assumir uma identidade entre ambas (LNEC, 1990; Cruz et al., 2001; Coutinho, *et al.*, 2006).

Contudo, na ausência de uma metodologia mais eficaz e considerando que não existe um registo robusto do volume drenado em média por cada nascente, optou-se por manter aquela abordagem, admitindo-se rever a dimensão desta zona quando outros estudos permitirem obter dados mais concretos, de forma a sustentar tecnicamente a reformulação da cartografia realizada.

4. APLICAÇÕES AO CONCELHO DA HORTA

Com o apoio dos Serviços Municipalizados da Câmara Municipal da Horta realizou-se um inventário dos pontos de água subterrânea captados para abastecimento público.

Cartografaram-se 27 nascentes e 10 furos, correspondendo a emergências localizadas nos sistemas aquíferos da Caldeira, do Capelo e de Pedro Pomes Caldeira (DROTRH-INAG, 2001; Coutinho, *et al.*, 2006). Contudo, no levantamento das nascentes captadas para abastecimento público, efectuado por Coutinho (2000), existe um maior número de nascentes registadas relativamente ao agora realizado. Tal facto deve-se à não identificação de algumas captações por parte dos técnicos e funcionários da Câmara Municipal da

Horta. Uma vez que algumas destas nascentes foram afectadas pelo sismo de 9 de Julho de 1998, foi solicitado à autarquia que verificasse quais as nascentes que não estavam operacionais, de modo a procurar-se identificar o maior número possível de nascentes. Neste contexto, realizou-se uma segunda campanha, com base nos dados existentes de Coutinho (2000) relativos à localização das nascentes, pese embora, o facto de persistir o desconhecimento, por parte dos serviços da Câmara Municipal da Horta, de captações previamente identificadas. Actualmente é possível identificar 45 nascentes captadas na ilha do Faial (Coutinho *et al.*, 2006).

Os furos dos Almanços e do Capelo, apesar de inventariados, não se encontram em exploração, devido às características físico-químicas das suas águas. No caso do furo do Capelo, a água encontra-se a cerca de 40° C. As nascentes das Bicas, da Fonte da Rosa e da Joana Alves, também deixaram de ser captadas devido à qualidade da água.

De acordo com metodologia proposta, estabeleceram-se as zonas de protecção imediata, intermédia e alargada sobre a base topográfica de escala variada.

A protecção imediata e intermédia encontram-se no anexo I. De modo a compatibilizar a eficácia das zonas de protecção, devido às características geomorfológicas, hidrológicas e à reduzida área de bacia destas nascentes, a zona de protecção imediata é coincidente com a área de protecção alargada (Anexo I), para o grupo de nascentes da Praia do Norte, do Alto do Risco, do Castelhana, do Lopo, das Águas Claras e das Areias.

As zonas de protecção alargada, determinadas para as captações de água de abastecimento público nesta ilha, encontram-se no Anexo II, com excepção do furo das Cancelas que se encontra no Anexo I.

Relativamente à definição das áreas de protecção intermédia e alargada dos furos utilizou-se o modelo analítico disponibilizado pela “*Environmental Protection Agency*” (EPA). Os dados hidrogeológico existentes permitem determinar um eixo máximo de 347 m para a área de protecção intermédia (Fig. 1) e um eixo máximo de 3640 m para a zona de protecção alargada (Fig. 2).

Devido ao enquadramento tectónico da ilha, nomeadamente o *graben* de Pedro Miguel, a área de protecção alargada, determinada para os furos do Capitão e da Praia de Almoxarife encontram-se delimitadas pelas estruturas tectónicas referidas anteriormente (Anexo II).

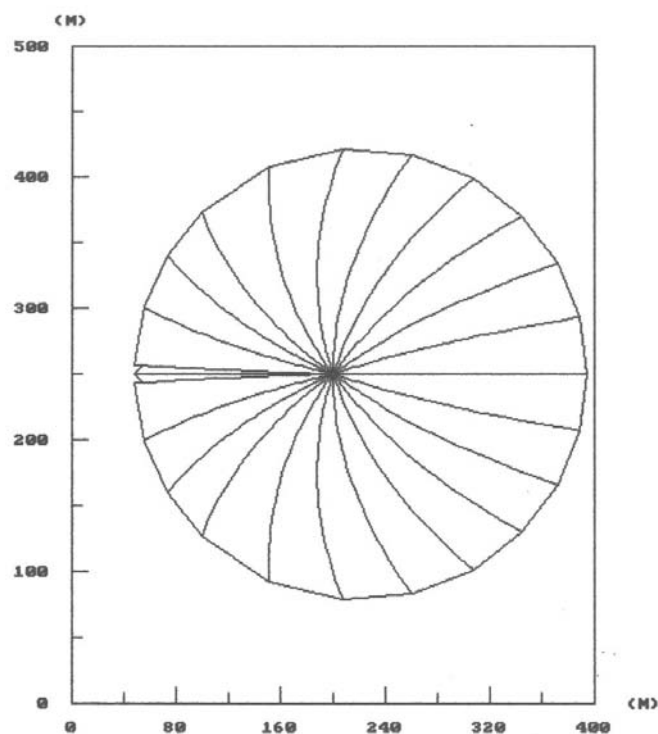


Fig. 1 – Resultado do perímetro de protecção intermédio, calculado a partir do modelo analítico, para um tempo de depuração de 50 dias.

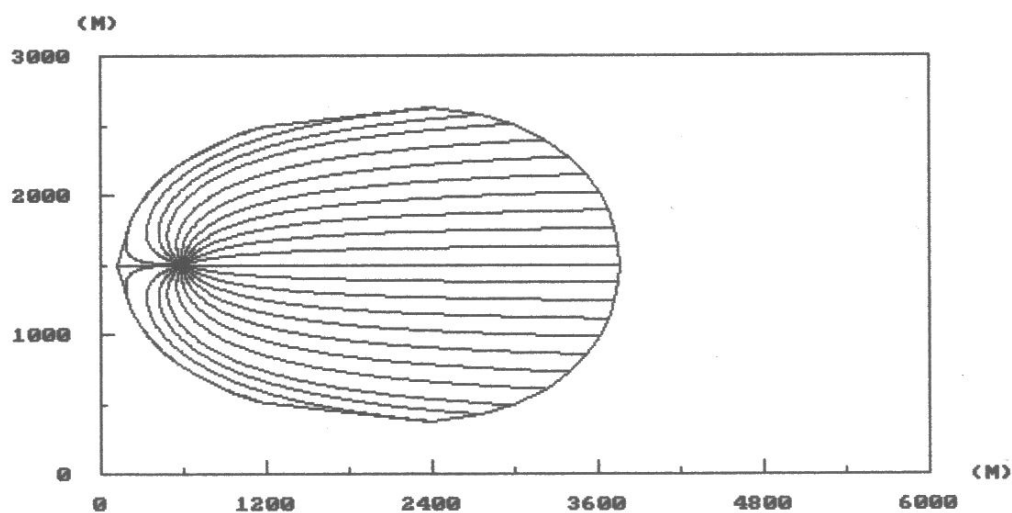


Fig. 2 – Resultado do perímetro de protecção alargado, calculado a partir do modelo analítico, para um tempo de depuração de 3500 dias.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sugerem-se em seguida uma série de acções a desenvolver a curto e médio prazo, no intuito de sustentar a adopção das áreas de protecção agora projectadas:

- Adaptação regional do decreto-lei nº 382/99, de forma a servir de base legal à selecção das captações a proteger efectivamente.
- Arranque célere de medidas tendentes à medição do caudal drenado nas emergências, de forma a servir de instrumento de apoio na selecção de captações a proteger, nomeadamente aquelas que numa primeira fase não sejam contempladas.
- Fiscalização efectiva das restrições ao uso do solo, designadamente nas zonas de protecção imediata e intermédia, que se consideram estratégicas para a defesa da qualidade da água subterrânea.
- Controle sazonal da qualidade da água, em pontos de água seleccionados, de forma a aquilatar a fiabilidade das áreas de protecção consideradas.
- Melhoria das condições de acessibilidade às nascentes, imprescindível às tarefas atrás mencionadas.
- Melhoria das condições sanitárias das captações, promovendo a edificação de estruturas em alvenaria, convenientemente fechadas, arejadas e limpas, e recuperação das existentes.
- Realização de acções de divulgação, devotadas ao público em geral e, em particular, às classes profissionais mais afectadas pelas restrições ao uso do solo decorrentes da delimitação das áreas de protecção.

7. BIBLIOGRAFIA

EPA (1993) – Addendum to the WHPA code version 2.0 user's guide: implementation of hydraulic head computation and display into the WHPA code. U.S. Env. Prot. Agency, Washington, 268 p.

<http://www.epa.gov/ada/csmos/models/wapa/whpa.html>.

COUTINHO, R.M.S. (2000) – Elementos para a monitorização sismovulcânica da ilha do Faial (Açores): caracterização hidrogeológica e avaliação de anomalias de Rn associadas a fenómenos de desgaseificação. Dissertação apresentada à Universidade dos Açores para efeito de obtenção do Grau de Doutor em Geologia, na especialidade de Vulcanologia, 343p.

Coutinho, R., Freire, P., Antunes, P. (2006) - Definição de perímetros de protecção às captações de água subterrânea da ilha do Faial (Açores). Relatório Técnico-Científico 80/CVARG/06, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 73p.

Cruz, J.V., França, Z. e Goulart, C. (2001) – Definição de perímetros de protecção às captações de água subterrânea da ilha de São Miguel (Açores). Relatório preliminar. Relatório Técnico-Científico 08/DGUA/01, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 74 p.

Custodio, E. e Llamas, M.R. (1983) - Hidrologia Subterrânea. Ed. Omega S.A., 2º Ed., 2 Vol., Barcelona, 2350 p.

Domenico, P.A. e Schwartz, F.W. (1998) - Physical and Chemical Hydrogeology. John Wiley & Sons, 2nd ed., New York, 506 p.

DROTRH-INAG (2001) - Plano Regional da Água – Relatório Técnico, Versão para consulta Pública, Ponta Delgada. 414p.

LNEC (1990) – Protecção das nascentes e captações da ilha de São Miguel – Açores. Relatório 83/90–NP, LNEC, Lisboa, 64 p.

ANEXO I

(Zonas de protecção imediata, intermédia e alargada)

ANEXO II

(Zona de protecção alargada)