

**Notícia Explicativa da Folha 25-C, Rosmaninhal
(Folha 25-D, Segura e Folha 29-A, Retorta)**

Carta Geológica de Portugal, escala 1:50 000

**Capítulo
HIDROGEOLOGIA**

José Sampaio

**Unidade de Águas Subterrâneas
LNEG**

LISBOA 2010

HIDROGEOLOGIA

CLIMATOLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS

A área cartografada é drenada por cursos de água que se desenvolvem, principalmente, de NNE para SSW, até afluírem à margem direita do rio Tejo. Destes cursos de água, destacam-se, respectivamente de oeste para leste, os que constituem as sub-bacias hidrográficas dos rios Ponsul, Aravil e Erges. Os caudais das ribeiras afluentes a estes rios, ainda que fortemente condicionados pelos períodos de chuva, são também sustentados pontualmente por zonas de descarga da circulação subterrânea (nascentes) que, durante a estiagem, contribuem para a perenidade de algumas delas. Em oposição ao regime permanente dos rios Ponsul e Aravil, o rio Erges apresenta um carácter torrencial, verificando-se, no entanto, nos períodos de estiagem a manutenção de água em zonas deprimidas do leito.

A partir dos valores médios mensais de temperatura e de precipitação procedeu-se a breve caracterização hidroclimatológica da área em apreço. Os valores de precipitação reportam-se às estações meteorológicas de Ladoeiro e de Rosmaninhal, tendo sido calculados a partir dos dados disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH) do Instituto da Água, I. P. (INAG).

Os valores de temperatura utilizados reportam-se à estação meteorológica de Zebreira e são os publicados pelo Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica (MENDES & BETTENCOURT, 1980).

Recorrendo ao programa Cegevap (ALMEIDA, 1979), uma vez calculados os valores de evapotranspiração potencial e de evapotranspiração real, efectuaram-se os balanços climatológicos sequenciais mensais de água no solo (método de Thornthwaite-Mather) considerando uma capacidade de campo de 100 mm. Na figura 1 apresentam-se os resultados desses balanços efectuados para as estações de Ladoeiro e de Rosmaninhal, indicando-se os valores médios anuais de temperatura, precipitação, evapotranspiração potencial, evapotranspiração real, *deficit* hídrico e *superavit* hídrico, para as respectivas áreas de influência (polígonos de Thiessen) daquelas estações.

Os balanços relativos às duas estações evidenciam que os *deficits* médios anuais superam os *superavits* hídricos, pelo que as suas áreas de influência e, portanto, a globalidade da área de interesse são, tendencialmente, deficitárias em recursos hídricos.

Do valor de *superavit* hídrico ponderado para a totalidade da área cartografada, isto é, 140 mm/ano, uma parte constitui o escoamento da rede de drenagem superficial e outra a infiltração eficaz. Conforme se infere de QUINTELA (1974), na área em questão, o escoamento superficial médio ponderado é da ordem dos 121 mm/ano, pelo que se estima o valor médio de infiltração em cerca de 19 mm/ano, ou seja, 3,3% do valor de 581 mm correspondente à precipitação média anual ponderada. O valor da infiltração estimado deste *grosso modo* é certamente bastante inferior ao real, visto que o valor do escoamento superficial incorpora uma parte significativa da drenagem subterrânea que é restituída às linhas de águas, nomeadamente através de nascentes.

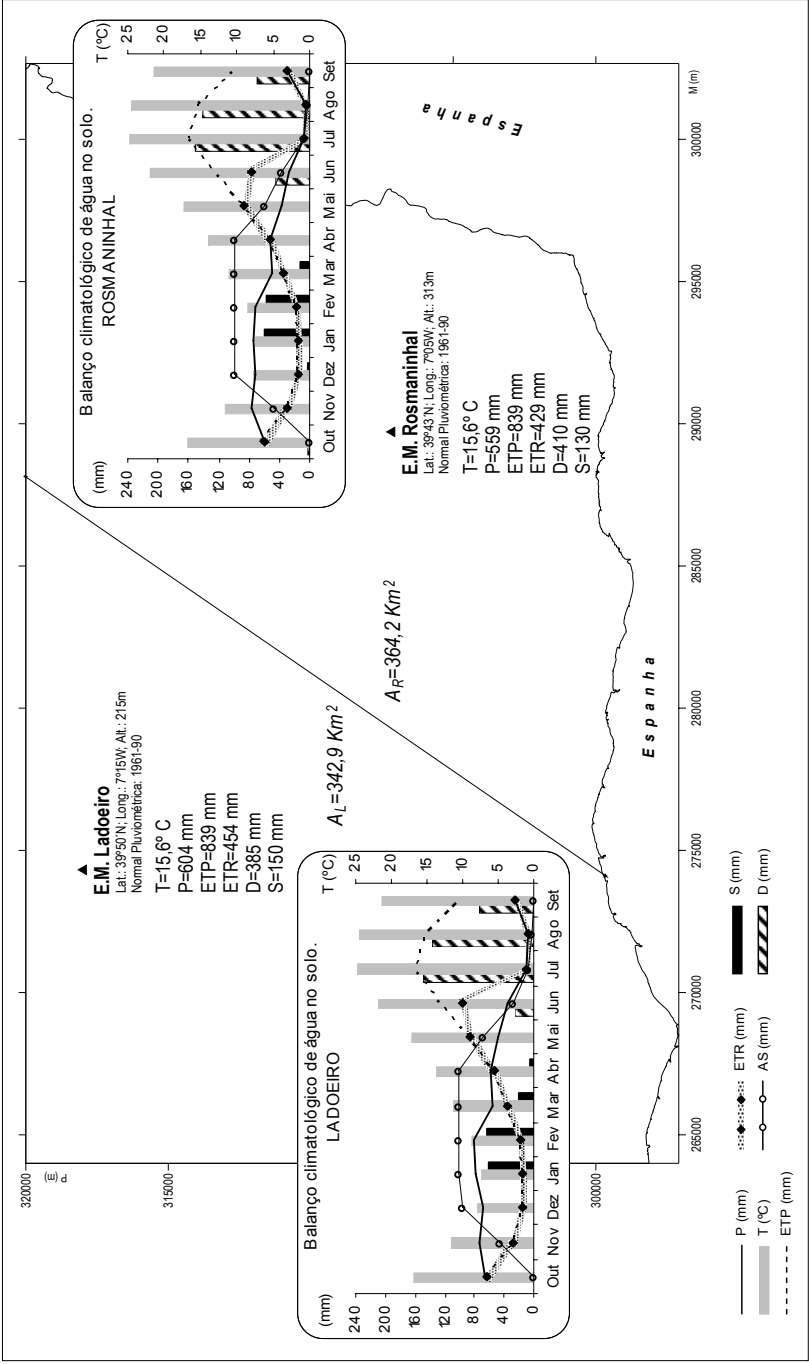


Fig. 1 – Representação da área cartografada dividida nas áreas de influência (A_L e A_R) relativas às estações meteorológicas (E. M.) e respectivos resultados dos balanços climatológicos de água no solo, sendo T: temperatura média anual obtida na E. M. Zebreira, P: precipitação, ETP: evapotranspiração potencial, ETR: evapotranspiração real, D: deficit hídrico, S: superavit hídrico (escoamento superficial + infiltração eficaz) e AS: água no solo.

APTIDÃO AQUÍFERA DAS FORMAÇÕES GEOLÓGICAS

Do ponto de vista hidrogeológico as litologias cartografadas podem ser agrupadas em quatro conjuntos principais, a saber: 1) Depósitos de cobertura sedimentar; 2) Formação do Quartzito Armoricano; 3) Rochas metassedimentares do Grupo das Beiras e 4) Granitóides de Zebreira e de Segura.

Tendo por base dados de um inventário hidrogeológico realizado em Outubro/2010 e dados obtidos junto da Administração da Região Hidrográfica do Centro, I.P., apresenta-se uma caracterização sintética da aptidão aquífera das formações geológicas acima discriminadas.

Depósitos de cobertura sedimentar

Dos depósitos sedimentares importa destacar os que constituem a Formação de Cabeço do Infante (FCI), seja pela sua extensa mancha cartográfica, seja pelas suas espessuras que podem atingir mais de uma centena de metros, até ao soco materializado pelo Grupo das Beiras ou, mais localmente, pelos granitóides que afloram na zona de Zebreira e na zona de Idanha-a-Nova (a norte de Ladoeiro). A FCI sendo constituída genericamente por arcoses grosseiras e conglomerados, apresenta granulometria muito heterógenea com expressivas fácies arenosa e siliciclástica além da fácies argilosa. Trata-se de materiais em grande parte friáveis, logo com permeabilidade intersticial, cuja capacidade de armazenamento subterrâneo e transmissividade hidráulica permitem, nas zonas topograficamente favoráveis, sustentar caudais importantes de furos e de nascentes, mesmo no final das épocas de estiagem.

As nascentes destes terrenos são condicionadas pela posição do nível freático, pelo que, nalguns casos, as suas produtividades variam sazonalmente. Durante a época de estiagem, tanto existem nascentes que quase esgotam ou têm caudais muito reduzidos, como existem outras em que se observam caudais relevantes. No primeiro caso, são exemplo as nascentes denominadas Fonte Nova, Fonte Couchinha, Brejo da Castanha, Castiça e Ferrarias, todas na freguesia de Monforte da Beira, e a nascente Fonte Vale do Gamo, freguesia de Zebreira, nas quais o caudal máximo observado em Outubro/2010 é, apenas, da ordem de 0,008 L/s. No caso das nascentes mais produtivas à mesma data, na zona de Monforte da Beira, é de referir a Fonte do Peso (0,154 L/s) e, na zona de Ladoeiro, a Fonte das Bicas (0,396 L/s), a Fonte das Pias (0,143 L/s) e o Chafariz Novo (0,08 L/s).

No Quadro 1 apresentam-se algumas estatísticas relativas a características geométricas e à produtividade de furos, maioritariamente localizados no Monte da Granja (Malpica do Tejo) e nas envolventes das povoações de Ladoeiro e Monforte da Beira.

Quadro 1

Dados sobre características geométricas e produtividade de furos nos depósitos de cobertura sedimentar

	Prof. dos furos (m)	Prof. dos drenos (m) Inicial	Prof. dos drenos (m) Final	Comprimento drenado (%)	Caudal (L/s)	Prof. dos níveis (m) NHE	Prof. dos níveis (m) NHD	NHD-NHE (m)	Caudal específico (L/s.m)
Nº de Dados	14	13	13	13	14	4	4	4	4
Mínimo	40,0	12,0	34,0	21	0,5	6,0	29,0	22,0	0,014
1º Quartil	56,5	20,0	50,0	29	0,7	6,8	30,5	22,8	0,019
Mediana	70,0	25,0	55,0	36	1,0	7,0	33,0	23,5	0,025
3º Quartil	70,0	30,0	60,0	45	1,4	8,3	35,3	25,5	0,042
Máximo	100,0	35,0	80,0	54	3,2	12,0	36,0	30,0	0,079
Média	64,9	23,9	54,5	37	1,3	8,0	32,8	24,8	0,036
Desvio Padrão	14,9	7,7	10,8	11	0,8	2,7	3,3	3,6	0,030

Formação do Quartzito Armoricano

A Formação do Quartzito Armoricano (FQA), que dá forma ao relevo em crista da região de Monforte da Beira, tal como outros afloramentos congêneres existentes no território nacional continental, tem especial interesse hidrogeológico.

Trata-se de uma crista orientada segundo a direcção NW-SE, com cerca de 9 km de comprimento e largura máxima de 2 km, rondando os 150 metros a sua elevação acima da superfície.

A FQA é constituída por bancadas de quartzitos que assentam discordantemente sobre o Grupo das Beiras. Segundo TEIXEIRA (1981), as bancadas dispõem-se numa estrutura que é antiforme, no sector a sudeste de Monforte da Beira, e sinforme, no sector a noroeste desta povoação, onde as colinas de Carregal e de Sancada, definem os flancos de um sinclinório. A FQA, além destes dobramentos, apresenta deformação frágil (falhas, fracturas e diaclases), assim como juntas de estratificação abertas que lhe conferem permeabilidade fissural favorável à percolação da água meteórica até aos diversos pontos de descarga natural existentes.

As nascentes mais importantes ocorrem no sector a noroeste de Monforte da Beira, associadas ao interior da estrutura sinforme e aos acidentes tectónicos de direcção predominante NE-SW. Nesse sector, destacam-se as exsurgências de Sancada e de Carregal que proporcionam caudais de estiagem na ordem de 0,36 L/s e de 1,17 L/s, respectivamente, sendo a captação de água na zona de exsurgência do Carregal optimizada através de um poço de grande dimensão a partir do qual se procede ao abastecimento público de Monforte da Beira (cerca de 500 habitantes). Ainda no mesmo sector, nesta povoação, são também de referir as nascentes da Fonte do Muro e da Fonte de Santo António que debitam, respectivamente, cerca de 0,06 L/s e de 0,07 L/s. Além das nascentes acima mencionadas, existem outras com caudais à época muito reduzidos ou nulos, localizadas na periferia dos contornos exteriores do afloramento da FQA, já sobre terrenos dos depósitos de cobertura sedimentar, que têm certamente o contributo da drenagem diferida daquela formação.

No Quadro 2 apresentam-se algumas estatísticas relativas a características geométricas e à produtividade de furos localizados na zona de Monforte da Beira.

Quadro 2

Dados sobre características geométricas e produtividade de furos associados à Formação do Quartzito Armoricano

	Prof. dos furos (m)	Prof. dos drenos (m)		Comprimento drenado (%)	Caudal (L/s)	Prof. dos níveis (m)		NHD-NHE (m)	Caudal específico (L/s.m)
		Inicial	Final			NHE	NHD		
Nº de Dados	12	12	12	10	12	10	10	10	10
Mínimo	38,0	18,0	34,0	23,7	0,2	8,5	18,5	10,0	0,010
1º Quartil	57,5	18,0	50,0	32,9	0,3	12,0	35,5	20,0	0,011
Mediana	72,0	27,5	68,0	41,4	0,4	16,0	46,5	22,0	0,018
3º Quartil	83,5	40,0	82,0	43,2	0,5	20,0	55,0	36,8	0,027
Máximo	100,0	60,0	100,0	65,0	0,8	40,0	60,0	41,0	0,047
Média	71,7	32,1	67,0	40,1	0,4	18,5	44,1	25,6	0,022
Desvio Padrão	20,0	15,0	20,0	12,1	0,2	9,8	14,8	11,1	0,013

Rochas metassedimentares do Grupo da Beiras

As rochas metassedimentares do Grupo das Beiras (filitos e metagrauvaques), apesar de apresentarem potencialidades hidrogeológicas intrinsecamente reduzidas, em que a permeabilidade é essencialmente fissural, podem proporcionar localmente produtividades com interesse, mormente em zonas de fracturação aberta e sem preenchimento argiloso, assim como em zonas de contacto litológico ou com intercalações filonianas. Neste contexto, é também de referir a possível existência de zonas de sumidouro nas linhas de água com leitos fissurados, tal como foi constatado em fim de época seca, na Ribeira da Velha, a jusante da povoação de Soalheiras (Rosmaninhal).

Das nascentes inventariadas em Outubro/2010, algumas apresentavam caudais praticamente nulos, e.g. Fonte de Santa Madalena (Rosmaninhal), nascente de Cegonhas Novas (Rosmaninhal) e Fonte dos Ferreiros (Segura), enquanto outras se evidenciavam pela sua produtividade, e.g. Fonte Boa (Soalheiras, Rosmaninhal), Fonte Manuel Farinha (Rosmaninhal) e Fonte de S. João (Rosmaninhal), com caudais na ordem de 0,40 L/s, 0,14 L/s e 0,06 L/s, respectivamente.

No Quadro 3 indicam-se algumas características de furos localizados na freguesia de Rosmaninhal.

Quadro 3

Dados sobre características geométricas e produtividade de furos nas formações do Grupo das Beiras

	Prof. dos furos (m)	Prof. dos drenos (m)		Comprimento drenado (%)	Caudal (L/s)	Prof. dos níveis (m)		NHD-NHE (m)	Caudal específico (L/s.m)
		Inicial	Final			NHE	NHD		
Nº de Dados	4	4	4	4	4	1	1	1	1
Mínimo	52,0	15,0	40,0	23	0,3	11,0	27,0	16,0	0,041
Média	70,5	27,0	59,0	40	0,6				
Máximo	90,0	38,0	74,0	74	0,7				

Granitóides de Zebreira e de Segura

Na ausência da fracturação que confere a permeabilidade fissural e na falta dos mantos de alteração que conferem a permeabilidade intersticial, os maciços graníticos têm pouco interesse hidrogeológico. Contudo, os afloramentos graníticos das zonas de Zebreira e de Segura, pese embora a sua dimensão em planta relativamente reduzida, favorecem a ocorrência de caudais por vezes interessantes, não apenas em consequência de se apresentarem fracturados e parcialmente afectados por processos de alteração que conduzem à sua progressiva arenização, mas sobretudo pelas zonas de contacto com as litologias encaixantes (filitos e metagrauwaques do Grupo das Beiras).

Na povoação de Segura, as nascentes Chafariz da Calçada e Fonte das Freiras, no fim da época de estiagem, proporcionavam caudais na ordem de 0,02 L/s e de 0,2 L/s, respectivamente.

No Quadro 4 apresentam-se as produtividades e algumas características de furos também localizados em Segura.

Quadro 4
Dados sobre características geométricas e produtividade de furos
nos granitóides

	Prof. dos furos (m)	Prof. dos drenos (m) Inicial	Prof. dos drenos (m) Final	Comprimento drenado (%)	Caudal (L/s)	Prof. dos níveis (m) NHE	Prof. dos níveis (m) NHD	NHD-NHE (m)	Caudal específico (L/s.m)
Nº de Dados	5	5	5	5	5	4	4	4	4
Mínimo	85,0	12,0	76,0	26	0,4	11,0	54,0	36,0	0,008
Média	93,2	23,2	82,8	47	0,6	14,8	66,3	51,5	0,010
Máximo	100,0	50,0	90,0	81	1,1	18,0	77,0	65,0	0,017

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

A caracterização hidroquímica que se segue baseou-se em vinte e duas análises físico-químicas de águas amostradas durante o mês de Outubro/2010, em vinte e uma nascentes e num furo. *In situ*, mediram-se os parâmetros condutividade eléctrica, sólidos dissolvidos totais, pH, potencial redox e temperatura da água. De entre os parâmetros físico-químicos analisados laboratorialmente, constam os seguintes: dureza total, sílica e espécies iónicas maiores (catiões: Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺; aniões: Cl⁻, HCO₃⁻, SO₄⁻², PO₄⁻³, NO₃⁻ e F⁻). Na figura 2, em associação com as principais litologias, representa-se a composição química maioritária através de diagramas de Stiff e de classes de valores do ião nitrato.

Hidroquimismo dos depósitos de cobertura sedimentar

A amostragem efectuada em nove pontos de água a saber: furo da Quinta da Mina (Monforte da Beira), nascentes Castiça, Fonte das Pereiras, Fonte do Peso e Fonte da Pelota (Brejo da Castanha) também situadas na zona de Monforte da Beira, nascentes Fonte das Pias, Fonte das Bicas e Chafariz Novo, situadas em Ladoeiro, e a nascente Vale do Gamo (Zebreira). No que respeita à composição química maioritária, relativamente aos catiões, as fácies hidroquímicas são mistas e, quanto aos aniões, predomina a fácies bicarbonatada-cloretada. As águas apresentam carácter ácido ($5,8 < \text{pH} < 6,9$, média = mediana = 6,5) e valores de mineralização compreendidos entre 142 e 590 mg/L (média = 305 mg/L, mediana = 237 mg/L). Os valores de dureza total variam entre 3,6 e 32 °F (média = 13,8 °F, mediana = 7,8 °F). As concentrações de ião nitrato variam entre 5 e 37 mg/L (média = 17 mg/L, mediana = 12 mg/L), pelo que a contaminação por compostos de azoto se torna evidente, em particular nas nascentes Fonte da Pelota, Chafariz Novo e Fonte das Pias, em consequência de se localizarem em áreas próximas de habitações ou em terrenos aráveis, utilizados para a actividade agropecuária.

Hidroquimismo da Formação do Quartzito Armoricano

A amostragem em seis locais (poço do Carregal e nascentes de Sancada, Carregal, Fonte do Muro, Fonte de Santo António e Feteira) permite constatar que as águas são predominantemente cloretadas-sódicas, apresentam dureza total reduzida ($0,3 < \text{dureza total} < 1,8$ °F, média = 1,1 °F) e destacam-se pelo seu carácter marcadamente ácido ($4,7 < \text{pH} < 6,1$, média = 5,3). A típica hipossalidade das águas (mineralização < 50 mg/L) que circulam no seio de rochas siliciosas constituídas por minerais estáveis ou pouco reactivos, como o quartzo e outros polimorfos de sílica, é, nalguns casos, mascarada por valores de mineralização um pouco superiores ($29 < \text{mineralização} < 93$ mg/L, média = 54 mg/L). Este acréscimo da mineralização é devido ao contributo de origem antrópica que se traduz, em grande parte, no incremento das concentrações dos iões nitrato e bicarbonato nas duas nascentes localizadas na povoação de Monforte da Beira (nascentes de Santo António e Fonte do Muro), nas quais se observaram, respectivamente, os seguintes pares de valores (ião nitrato; ião bicarbonato) expressos em mg/L: (17; 26) e (18;18).

Hidroquimismo das rochas metassedimentares do Grupo da Beiras

Das cinco águas amostradas, três têm fácies bicarbonatada-sódica (nascentes Fonte de São João, Fonte de Santa Madalena e das Cegonhas), apresentando as restantes fácies bicarbonatada-magnésica-sódica (nascentes Manuel Farinha e Fonte Boa). No seu conjunto, são águas de carácter praticamente neutro ($6,1 < \text{pH} < 7,9$, média = 6,9) e com valores de mineralização compreendidos entre 137 e 502 mg/L, sendo a média igual a 262 mg/L. Os valores de dureza total variam entre 3 e 19,6 °F e têm como média 9,3 °F. A contaminação por compostos azotados pode ser considerada como inexistente, visto que a concentração média do ião nitrato é de 4 mg/L, sendo o máximo, observado na Fonte de São João, de apenas 7 mg/L.

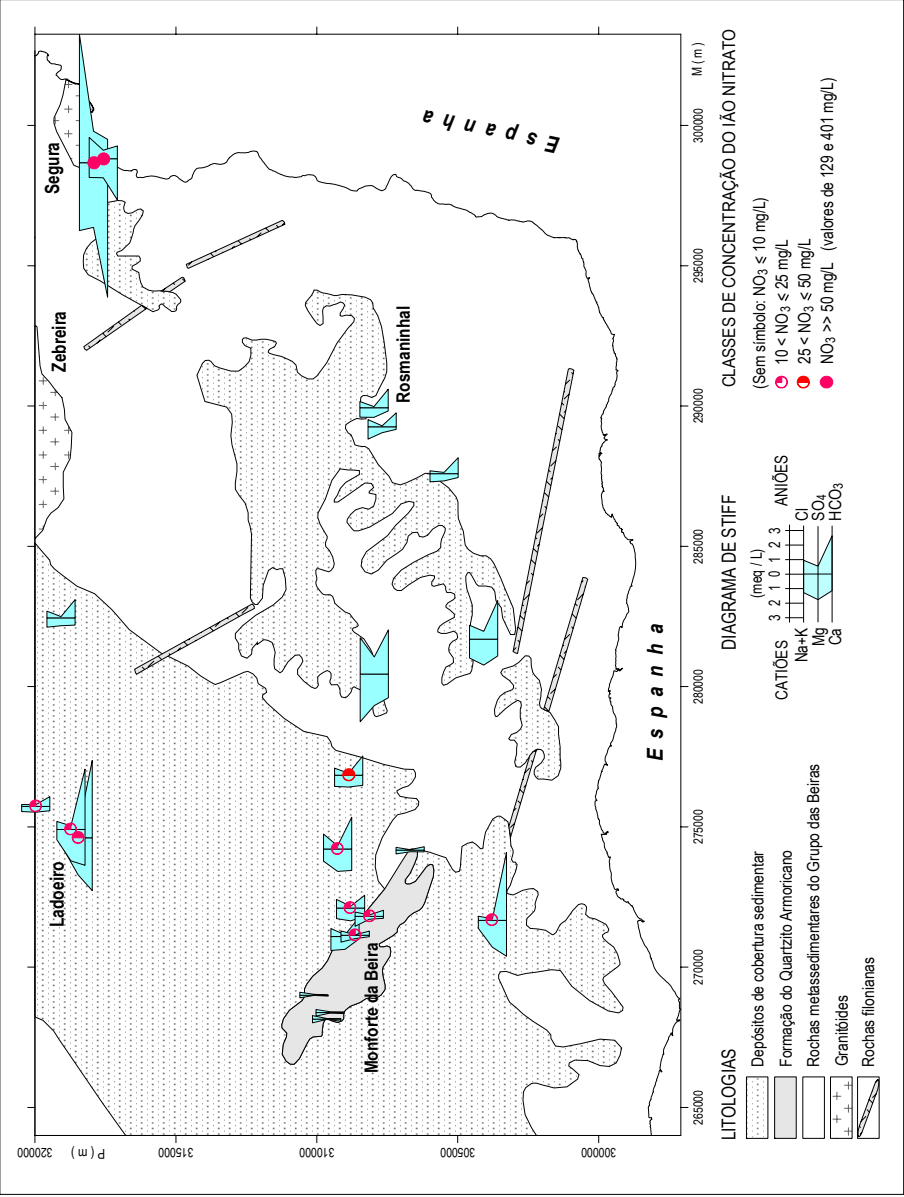


Fig. 2 – Principais litologias e representação da composição química maioritária das águas subterrâneas através de diagramas de Stiff e de classes de concentração do ião nitrato (valores analíticos de Outubro/2010).

Hidroquimismo dos granitóides

As duas únicas nascentes amostradas, Chafariz da Calçada e Fonte das Freiras, ambas siltuadas em zonas de vertente, a sul e a jusante da povoação de Segura, apresentam fácies cloretada-calco-sódica. Nas águas da primeira e segunda nascente observam-se, respectivamente, os seguintes pares de valores: mineralização (1358 e 437 mg/L); pH (6,9 e 5,7) e dureza total (71 e 21,6 °F). Atenta a ocupação dos terrenos a montante das nascentes, as elevadas mineralizações das águas, com substantiva contribuição das concentrações dos iões nitrato (401 e 129 mg/L), sulfato (108 e 29 mg/L) e cálcio (192 e 59 mg/L), indicam situações de contaminação de origem agrícola e/ou doméstica, particularmente notórias quando, como no presente caso, a circulação subterrânea se processa em rochas graníticas densamente fracturadas e, portanto, com reduzida capacidade de depuração.

RECURSOS HIDROMINERAIS

Na margem esquerda do rio Aravil, a cerca de 200 metros a norte da sua confluência com a ribeira do Freixo, ocorre uma nascente de água sulfúrea sódica (ou sulfúrea alcalina), conhecida por Fonte Enxofrada, que tem merecido os cuidados da Junta de Freguesia de Rosmaninhal e o aproveitamento popular, face às potencialidades do recurso hidromineral no tratamento de dermatoses e às suas propriedades digestivas. Trata-se de uma fonte de mergulho, com formato de tanque rectangular (cerca de 0,5 m x 1,5 m) e com profundidade aproximada de 0,5 m. No seu fundo, constituído por filitos fissurados do Grupo das Beiras, observa-se a exsurgência propriamente dita. A água é retirada por um recepiente ou por sucção através de uma mangueira de pequeno diâmetro ou, ainda, por um orifício onde corre o excesso de água do tanque que, em Outubro/2010, se traduzia num caudal muito reduzido, aproximadamente de 0,006 L/s.

In situ, foram observados os parâmetros e respectivos valores que se seguem: condutividade eléctrica (1259 μ S/cm), sólidos totais dissolvidos (629 mg/L), pH (9,7), temperatura da água (16,7 °C) e potencial redox (-155 mV, valor indicador de circulação da água em condições redutoras). É ainda de salientar, como característica deste tipo de águas, a concentração elevada em ião fluoreto cujo valor obtido em laboratório foi de 4,1 mg/L.

Segundo CALADO (2001), na sequência de ALMEIDA & CALADO (1993), as águas sulfúreas alcalinas fluoretadas, tal como a da Fonte Enxofrada, “fazem parte de um sistema hidromineral dominado por vapor, *i.e.*, a composição química resulta da mineralização de águas subterrâneas comuns por fluxos de voláteis quentes vindos de profundidade, exalados por magma em arrefecimento”. Ora, a localização da Fonte Enxofrada sugere a sua subordinação a uma zona de falha de desenvolvimento regional NE-SW, mais precisamente à falha de Segura que, localmente, cede passagem à ribeira do Freixo e que, pelo seu enraizamento profundo, eventualmente infracrustal, será favorável à circulação hidrotermal. Ainda conforme CALADO (2001), constata-se que, por regra, na Zona Centro Ibérica, as águas sulfúreas alcalinas têm também os seus circuitos intimamente ligados a plutonitos graníticos, incluindo corpos filonianos, pelo que a existência da nascente em apreço nas rochas metassedimentares do Grupo das Beiras implicará a presença eventual de um

corpo granítico em profundidade ou poderá ser devida à instalação dos filões cartografados ao longo do rio Aravil.

No limite sul da área cartografada, margem direita do rio Tejo, junto à ribeira da Santa e à ribeira de São Domingos, são referenciadas *in* CALADO (2001), outras duas nascentes de águas sulfúreas alcalinas denominadas, respectivamente, Fonte Santa do Tejo e Fedegosa de São Domingos.

AGRADECIMENTOS

Em nome do UAS/LNEG, o autor agradece à Administração da Região Hidrográfica do Centro, I.P. a cedência de dados sobre captações de água subterrânea.

Lisboa, 31 de Dezembro de 2010.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, C. A. Costa (1979) – *Programas para calculadoras de bolso com aplicações em hidrogeologia*. Bol. Mus. Lab. Min. FCUL, vol 16 (1), pp 101-102. Lisboa.
- ALMEIDA, C. A. Costa & CALADO, Carlos M. A. (1993) – *Chemical components of deep origin in sulphide waters of the Portuguese sector of the Hesperian Massif*. Memoirs of the 24th Congress of International Association of Hydrogeologists, Part 1, pp 377-387, Oslo.
- CALADO, Carlos M. A. (2001) – *A ocorrência de água sulfúrea alcalina no Maciço Hespérico: quadro hidrogeológico e quimiogénese*. Dissertação apresentada para obtenção do grau de Doutor em Geologia, especialidade de Hidrogeologia. FCUL, Dep. Geologia, 462 p. Lisboa.
- CALADO, Carlos M. A. (1995) – *Notícia explicativa I.20, Carta de Nascentes Minerais*. Atlas do Ambiente de Portugal. Ministério do Ambiente e Recursos Naturais, Direcção-Geral do Ambiente, 37 p. Lisboa.
- CUNHA, P. Proença (1996) – *Unidades Litostratigráficas do Terciário da Beira Baixa (Portugal)*. Comunicações do Instituto Geológico e Mineiro, Tomo 82, pp 87-130. Lisboa.
- MENDES, J. C. & BETTENCOURT, M. L. (1980) – *O Clima de Portugal. Contribuição para o estudo do balanço climatológico de água no solo e classificação climática de Portugal Continental*. Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, Fascículo XXIV. 287 p. Lisboa.
- QUINTELA, A. CARVALHO (1974) – *Escoamento / Quantidade de água na rede hidrográfica*. In Atlas do Ambiente de Portugal na escala 1:1 000 000 (1975), Comissão Nacional do Ambiente.
- TEIXEIRA, Carlos (1981) – *Geologia de Portugal, Vol. I – Precâmbrico, Paleozóico*. Fundação Calouste Gulbenkian, 629 p. Lisboa.