

## VI – Hidrogeologia

Por Ana Paula Pereira (LNEG)

### Condições Hidroclimatológicas

A área abrangida pela Folha 11-B (Mogadouro) insere-se na vasta zona de planalto designada por Peneplanície Fundamental com uma altitude média entre os 600 e os 700m. Sobressaem do planalto a cumeada da Serra de Bornes (1116m) de orientação NNE, paralela à falha da Vilarça, no canto sudoeste da Carta, e os relevos residuais quartzíticos constituídos pelas Serras de Mogadouro e Castanheira com cotas compreendidas entre 900 e 1000m.

A maior parte da área da Carta integra-se na bacia hidrográfica do rio Sabor. Esta bacia encontra-se delimitada pela serra de Bornes, no canto noroeste da carta de Mogadouro, e pelas serras de Mogadouro e de Castanheira a sudeste. A serra de Bornes faz a separação entre as bacias hidrográficas dos rios Sabor e Tua, enquanto que as serras de Mogadouro e Castanheira são a linha divisória das águas superficiais tributárias do rio Sabor e do rio Douro.

A rede de drenagem evidencia um forte controlo estrutural, apresentando trechos rectos e alinhamentos segundo as direcções principais NNE-SSW, ENE-WSW, NE-SW e NW-SE que correspondem às orientações dos principais sistemas de falhas da deformação varisca. Os vales do rio Sabor e do seu principal afluente, rio Azibo, são profundos e muito encaixados, às vezes, rectilíneos, revelando também uma forte influência tectónica.

A precipitação ocorre ao longo de todo o ano concentrando-se o período húmido nos meses de Outubro a Abril com cerca de 75% da precipitação anual. As precipitações no período de Verão são muito baixas, sendo os meses de Julho e Agosto os mais secos. Na maior parte da área coberta pela Carta, o número de dias com precipitações iguais ou superiores a 1mm é de 50 a 75 dias, com excepção de uma pequena zona situada no canto sudeste da Carta em que a ocorrência de precipitação diminui para cerca de 50 dias (Atlas do Ambiente Digital-Instituto do Ambiente).

De acordo com os dados de precipitação, registados nas 5 estações da rede meteorológica existentes dentro da área da Carta e disponíveis no SNIRH, a precipitação média anual aumenta de oeste para este e varia entre os 550 e os 730mm. O concelho de Alfândega da Fé, que se encontra na parte oeste da carta, é o que apresenta as precipitações mais baixas.

Devido à inexistência de estações climatológicas dentro da área em estudo, para o cálculo do balanço hidrológico ao nível do solo recorreu-se aos da estação climatológica de Travelo por ser a que se encontra mais próxima da área da carta e a única que possui séries completas de dados disponíveis no SNIRH (1961 a 1980). A evapotranspiração potencial (ETP) foi calculada segundo o método de Penman a partir de valores médios de evaporação piche e tina. A evapotranspiração real (ETR) e o escoamento global para o mesmo período foram obtidos pelo método de Thornthwaite modificado considerando uma capacidade de campo de 75mm; os valores obtidos constam da tabela seguinte.

Tabela 1  
(Valores em mm)

Evaporímetro	Precipitação	ETP	ETR	Excedentes hídricos
Piche	555	1283	507	48
Tina	555	1123	454	100

Os excedentes hídricos são 9 e 19% da precipitação, consoante se considere a evaporação do tipo piche ou tina, respectivamente. Considera-se que estes valores são representativos da parte oeste da Carta de Mogadouro (concelho de Alfandega da Fé) que tem características climáticas semelhantes à zona da estação climatológica de Travelo. Admite-se que, para a restante área com precipitações mais elevadas, os excedentes hídricos sejam superiores.

Não se efectuou a estimativa da taxa de recarga dos aquíferos a partir do método de decomposição dos hidrogramas de escoamento dos rios dado que as respectivas sub-bacias hidrográficas se encontram influenciadas por albufeiras.

### **Sistemas aquíferos**

Os recursos hídricos subterrâneos ocorrem na área coberta pela folha quase exclusivamente em rochas metassedimentares (cerca de 95%). As rochas graníticas formam um pequeno maciço, em Vila de Ala, no canto sudeste da carta. Os materiais detriticos surgem em zonas de vertente e ao longo de linhas de água. Os vales encaixados e as vertentes abruptas das linhas de água principais não proporcionam condições para a formação de depósitos eluvionares.

Os sistemas aquíferos na área da carta de Mogadouro são quase exclusivamente do tipo fissurado e constituem aquíferos descontínuos. A sua produtividade depende essencialmente da fracturação pelo que é comum a ocorrência de nascentes associadas a falhas, a contactos geológicos ou à presença de filões.

A falta de dados de hidrodinâmica das captações, na área desta folha, não permite a quantificação das produtividades nem das propriedades hidráulicas dos aquíferos. Contudo, atendendo ao enquadramento regional em que esta zona se insere, pode afirmar-se que, de um modo geral, os aquíferos são muito sensíveis ao regime pluviométrico, revelando que se trata de pequenos aquíferos locais com pequena capacidade de armazenamento, baixa condutividade hidráulica e produtividades pequenas da ordem de 1 a 2 L/s. Os quartzitos e os anfibolitos são as formações que podem constituir aquíferos com maiores produtividades, chegando a atingir caudais da ordem de 5,5 L/s (Costa, 1990). Pontualmente, áreas de fracturação intensa ou a presença de filões e filonetes de quartzo contribuem também para o aumento da produtividade das formações aquíferas.

Os depósitos detriticos, que usualmente se encontram no fundo dos vales e ao longo das linhas de água, devido à sua pequena dimensão e espessura e à presença de matriz areno-argilosa, não se podem considerar “verdadeiros” aquíferos do tipo poroso. Contudo, podem ter um papel importante na regularização dos caudais das ribeiras e na recarga dos aquíferos subjacentes.

Admite-se que a taxa de recarga dos aquíferos do Maciço Antigo é de 10% (Almeida *et al.*, 2000). Porém, relativamente a esta região pensa-se que este valor poderá ser inferior, em particular no que respeita à infiltração profunda, pois grande parte da água que se infiltra é rapidamente restituída às linhas de água em consequência de estarmos em presença de sistemas aquíferos descontínuos com pequena extensão e coeficiente de armazenamento baixo.

Solos pouco desenvolvidos e níveis saturados próximos da superfície tornam os aquíferos desta região, particularmente, vulneráveis a contaminações, nomeadamente as de origem agrícola e doméstica.

O abastecimento público a pequenos aglomerados populacionais e os abastecimentos privados, quer para consumo humano quer para fins agrícolas, fazem-se sobretudo com base em furos de captação e em captações de nascentes, que constituem, por vezes, o único recurso localmente disponível.

## Hidroquímica

A caracterização físico-química das águas subterrâneas da Carta de Mogadouro, foi feita com base nos pontos de água amostrados pelo Departamento de Hidrogeologia do LNEG (33 pontos) e nos dados das análises químicas das nascentes monitorizadas (17 pontos amostrados) por Pacheco (2000).

A análise dos dados analíticos permite concluir que as águas subterrâneas da região são fundamentalmente bicarbonatadas magnesianas ou cálcicas, surgindo em menor número águas bicarbonatadas sódicas.

Excluindo as águas contaminadas, as águas são predominantemente brandas a ligeiramente duras e pouco mineralizadas (resíduo seco inferior a 120mg/L), com pH ligeiramente ácido a neutro (pH entre 5,9 e 7,4) e condutividade eléctrica (CE) inferior a 200  $\mu\text{s/cm}$ .

Verifica-se que dependendo da litologia atravessada as águas exibem alguma variação de fácies hidroquímicas. Assim, as águas dos anfibolitos e flaser gabros apresentam fácies exclusivamente bicarbonatada magnesiânica. A fácies hidroquímica da Unidade Complexo Vulcano Silicioso é maioritariamente bicarbonatada cálcica. Na formação filito-quartzítica as águas são bicarbonatadas magnesianas, cálcicas ou sódicas.

As águas dos gnaisses apresentam o bicarbonato como anião dominante e o sódio ou o cálcio como catião maioritário. Os valores de resíduo seco (RS) são inferiores aos das restantes litologias.

A figura 1 apresenta os resultados do tratamento estatístico de alguns dos parâmetros analisados.

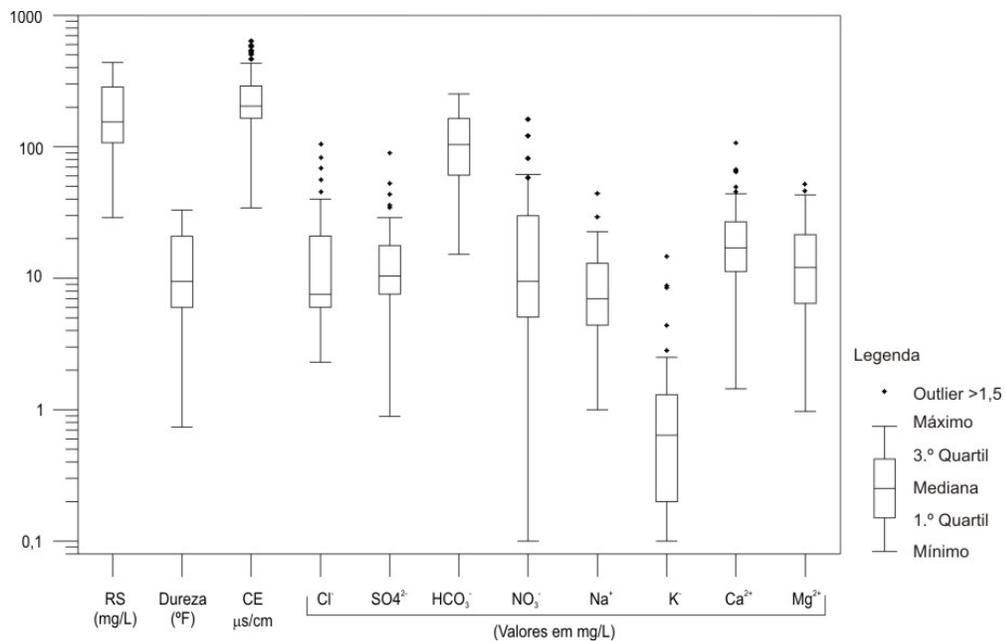


Fig.1 – Diagrama de caixas de alguns parâmetros físico-químicos da amostragem de águas (50 pontos amostrados) na área da Carta de Mogadouro.

Da análise dos diagramas de caixas verifica-se que todos os parâmetros apresentam grande variabilidade. Há valores anómalos (outliers) em alguns parâmetros, como é o caso do

nitrate, cloreto, sulfato, o potássio, sódio e cálcio, que aparecem sempre associados aos valores mais elevados de condutividade eléctrica. O aumento do teor destes iões nas águas da região é de origem antrópica devido, principalmente, ao uso de fertilizantes agrícolas e/ou efluentes domésticos.

Quanto à qualidade da água para consumo humano pode-se afirmar que as águas subterrâneas apresentam, em geral, uma boa qualidade físico-química para consumo humano. Apenas algumas amostras de água apresentam teor em nitrato superior ao definido no Decreto-Lei 306/07 de 27 de Agosto. Nos restantes parâmetros analisados, apesar de se terem detectado valores anómalos para a região nunca foram atingidos os valores paramétricos definidos na legislação.

Saliente-se que a presença de nitratos e valores anormais para a região de sulfato, cloreto e potássio, em algumas das amostras de água subterrânea, evidencia poluição provocada por factores antropogénicos, frequentemente relacionados com a agricultura intensiva e com práticas agrícolas incorrectas.

A avaliação da aptidão da água subterrânea para uso agrícola foi efectuada a partir do cálculo do índice de SAR (taxa de absorção de sódio) e dos valores de condutividade eléctrica (Figura 2).

De acordo com a classificação proposta pelo U. S. Salinity Laboratory Staff, verifica-se que a qualidade das águas subterrâneas para rega é em geral boa a média distribuindo-se as amostras de água pelas classes:

C1S1 (65% da amostragem) – águas com perigo de alcalinização e salinização do solo baixo.

C2S1 – águas com perigo de alcalinização do solo baixo e perigo de salinização do solo médio.

Todas as amostras de água, excepto uma, apresentam índice de SAR inferior a 1 e o valor máximo de condutividade eléctrica é 600  $\mu\text{S}/\text{cm}$

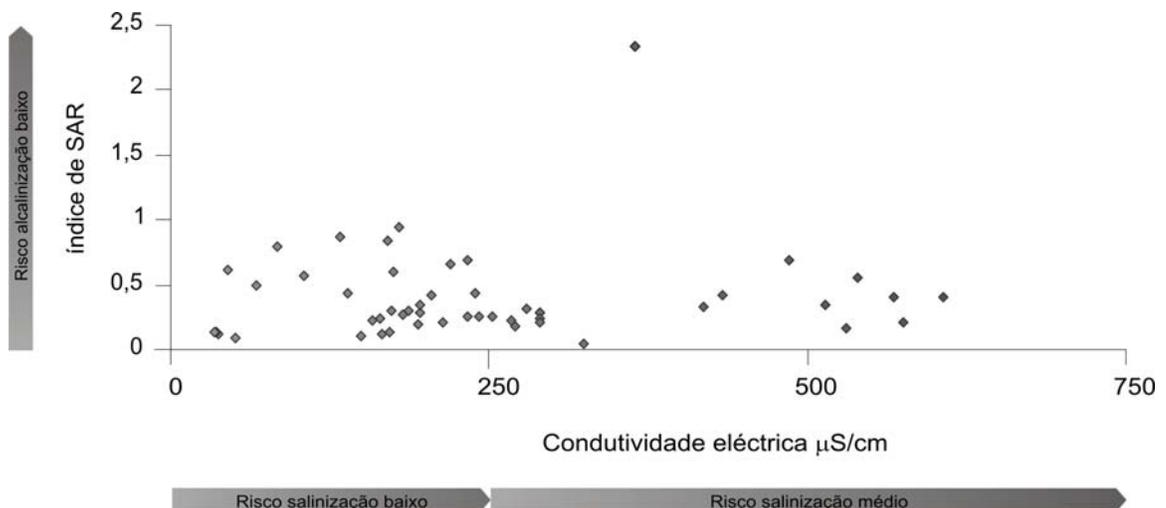


Fig. 2 – Representação gráfica da relação entre o índice de SAR e a condutividade eléctrica

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA C., MENDONÇA J.L., JESUS, M.R., GOMES A.J., 2000 – Sistemas Aquíferos de Portugal Continental – Unidade Hidrogeológica: Maciço Antigo. *Relatório. INAG, Lisboa*. 4-42.

ATLAS DO AMBIENTE DIGITAL – Instituto do Ambiente

COSTA, M. R., 1990 – Critérios para a Seleção de Locais Favoráveis à Ocorrência de Água Subterrânea em Rochas Cristalinas na Região de Trás-os-Montes Oriental. *Dissertação apresentada nas provas de aptidão pedagógica e capacidade científica, Univ. Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real*, 81 p.

PACHECO, F.A. L., 2000 – Hidrogeologia em Maciços de Rochas Cristalinas (Morais-Chacim-Macedo de Cavaleiros) – bases para a gestão integrada dos recursos hídricos da região. *Dissertação apresentada nas provas de doutoramento, Univ. Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real*, 395 p.