



## Notícia Explicativa da Folha 8A (São Martinho de Angueira)

CARTA GEOLÓGICA DE PORTUGAL, ESCALA 1: 50 000

### CAPÍTULO HIDROGEOLOGIA

Ana Paula Pereira  
Renata Santos

Unidade Geologia, Hidrogeologia e Geologia Costeira

LNEG

LISBOA, 2014

## HIDROGRAFIA E CLIMATOLOGIA

A área folha 8A (São Martinho de Angueira) integra-se quase totalmente na sub-bacia hidrográfica do rio Sabor, com excepção de uma pequena área no canto inferior direito que pertence à bacia hidrográfica do Douro. Os principais rios tributários do Sabor são o rio Maças e o seu afluente rio Angueira.

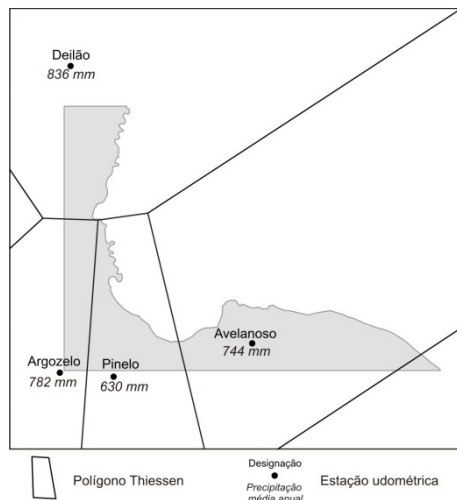
A rede de drenagem evidencia um forte controlo estrutural, apresentando trechos rectos e alinhamentos segundo as direcções principais NNE-SSW, NE-SW e NW-SE. Estas direcções correspondem às orientações dos principais sistemas de falhas da deformação varisca.

O clima da região da folha 8A corresponde à zona climática denominada Terra Fria de Planalto, que se caracteriza por verões quentes e curtos e invernos frios e prolongados, com ocorrência ocasional de neve.

Para a caracterização climática recorreu-se ao Atlas de Ambiente Digital (IA, 2003) e aos dados da rede de estações udométricas disponibilizados no Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH). Selecionaram-se as séries diárias e mensais de precipitação observadas, entre 1960 a 1997, da estação udométrica de Avelanoso (04S/01UG), situada dentro da área da folha 8A, e das estações udométricas de Pinelo (04R/02G), Argozelo (04R/01UG) e Deilão (02R/02G) que se localizam nas suas imediações (Figura 1).

Foram ainda utilizados os dados de precipitação (P) e evapotranspiração potencial (ETP) publicados pelo Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica relativos à estação meteorológica de Miranda do Douro (Mendes & Bettencourt, 1980), por ser a que se encontra mais próximo da área de estudo.

De acordo com o Atlas de Ambiente Digital (IA, 2003), na área da Folha 8A a temperatura média anual no sector oriental é, geralmente, 10°C. No sector ocidental, aumenta de norte para sul, variando entre 10°C e 15°C, respectivamente. A evapotranspiração real desde o limite norte da folha até Paradinha varia entre 450 e 500mm; na restante área da folha varia entre 400 e 450mm. O escoamento superficial médio anual no sector oriental é de 200mm, enquanto no sector ocidental cresce de sul para norte e varia entre 200 e 400mm.



A partir da análise das séries de precipitação diária e mensal registados nas estações udométricas, para o período de 1960 a 1997, verifica-se que, na área da Folha 8A, a precipitação média anual varia entre 630 e 836mm. Recorrendo ao Método de Thiessen, obteve-se, para esta região, uma precipitação anual ponderada de 743mm (Fig. 1).

Fig. 1 – Localização das estações udométricas e Polígonos Thiessen

A precipitação ocorre ao longo de todo o ano, mas a sua distribuição não é uniforme, mais de 60% da precipitação anual concentra-se nos meses de Outubro a Fevereiro. O período seco ocorre entre Junho e Setembro, com precipitação média mensal inferior a 45mm, sendo os meses de Julho e Agosto os meses mais secos. O valor médio do número de dias no ano com precipitação superior a 1mm (dias com precipitação significativa) varia entre 72 a 92 dias e a frequência média de dias com chuvadas expressivas (precipitação superior a 10mm) oscila entre 25 a 33 dias.

O balanço hidrológico ao nível do solo foi calculado com os dados de P e ETP publicados pelo Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica para a estação climatológica de Miranda do Douro (Mendes & Bettencourt, 1980), considerando uma capacidade de campo de 50mm (Quadro 1).

Quadro 1 - Estação climatológica de Miranda do Douro  
(série temporal 1930 a 1960 - Valores em mm)

|              | <i>T</i>    | <i>P</i>   | <i>ETP</i> | <i>P-ETP</i> | <i>PA</i> | <i>AS</i> | <i>Sso</i> | <i>ETR</i> | <i>D</i>   | <i>S</i>   |
|--------------|-------------|------------|------------|--------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| Jan          | 4,2         | 61         | 10         | 51,0         | 0,0       | 50,0      | 0,0        | 10,0       | 0          | 51         |
| Fev          | 5,4         | 92         | 14         | 78,0         | 0,0       | 50,0      | 0,0        | 14,0       | 0          | 78         |
| Mar          | 8,7         | 59         | 33         | 26,0         | 0,0       | 50,0      | 0,0        | 33,0       | 0          | 26         |
| Abr          | 10,7        | 45         | 47         | -2,0         | -2,0      | 48,0      | -2,0       | 47,0       | 0          | 0          |
| Mai          | 14,1        | 45         | 75         | -30,0        | -32,0     | 26,4      | -21,7      | 66,7       | 8          | 0          |
| Jun          | 18,4        | 26         | 107        | -81,0        | -113,0    | 5,2       | -21,1      | 47,1       | 60         | 0          |
| Jul          | 21,5        | 11         | 132        | -121,0       | -234,0    | 0,5       | -4,8       | 15,8       | 116        | 0          |
| Ago          | 21          | 11         | 119        | -108,0       | -342,0    | 0,1       | -0,4       | 11,4       | 108        | 0          |
| Set          | 18          | 36         | 85         | -49,0        | -391,0    | 0,0       | 0,0        | 36,0       | 49         | 0          |
| Out          | 13,2        | 48         | 52         | -4,0         | -395,0    | 0,0       | 0,0        | 48,0       | 4          | 0          |
| Nov          | 8           | 69         | 23         | 46,0         | 0,0       | 46,0      | 46,0       | 23,0       | 0          | 0          |
| Dez          | 4,4         | 65         | 10         | 55,0         | 0,0       | 50,0      | 4,0        | 10,0       | 0          | 51         |
| <b>Anual</b> | <b>12,3</b> | <b>568</b> | <b>707</b> |              |           |           |            | <b>362</b> | <b>345</b> | <b>206</b> |

Em que: *T* – Temperatura média mensal, *P* – Precipitação média mensal, *ETP* – Evapotranspiração potencial mensal, *ETR* – Evapotranspiração real mensal, *AS* – Água no solo, *Sso* – Variação mensal de água no solo, *D* – Défice hídrico, *S* – Excedente hídrico (superávit), *PA* – Perda potencial de água acumulada desde o início do período seco

De acordo com a classificação climática de Thornthwaite, a cidade de Miranda do Douro caracteriza-se por ter um clima sub-húmido a seco, mesotérmico, com superávit grande no inverno e eficiência térmica nula ou pequena. A temperatura média anual é de 12,3°C e oscila entre 4,2°C no inverno e 22°C no verão. A precipitação média anual é de 568mm e ocorre ao longo de todo o ano, concentrando-se cerca de 85% da precipitação anual nos meses de Outubro a Maio.

Verifica-se que a região é carenciada em recursos hídricos já que o superávit hídrico (*S*) é muito inferior ao défice hídrico (*D*).

Como a precipitação média anual é mais elevada na área da Folha 8A, considera-se que, nesta área, os excedentes hídricos serão superiores aos obtidos para a cidade de Miranda do Douro.

## APTIDÃO AQUÍFERA DA FORMAÇÕES GEOLÓGICAS

A Folha de São Martinho de Angueira é constituída predominantemente por rochas metassedimentares que constituem aquíferos do tipo fissurado, descontínuos, com pequena capacidade

de armazenamento e com produtividade baixa a variável, dependendo especialmente da fracturação e tectónica.

Em termos de comportamento hidrogeológico, as formações geológicas aflorantes podem ser agrupadas em 3 grupos principais: depósitos sedimentares, formações metassedimentares e rochas graníticas.

### **Depósitos sedimentares**

Neste grupo estão incluídos os depósitos sedimentares cenozóicos que correspondem às Formações de Bragança e Aveleda, os depósitos de vertente e os depósitos eluvio-aluvionares.

As Formações de Bragança e de Aveleda cobrem extensas áreas de planalto. Localizam-se na região entre Avelanoso e Vale de Frades e, mais a norte, entre Quintanilha e Palácios. Estes sedimentos cenozóicos, de espessura pequena e irregular, têm matriz lutítica o que lhes confere muita baixa permeabilidade e aptidão aquífera muito reduzida. Contudo, podem funcionar como aquíferos das formações geológicas subjacentes.

Os depósitos de vertente aparecem nos flancos das serras de Rompe a Barca, Mourigo e Bouça e no lugar de Cicouro, perto da fronteira com Espanha. São depósitos de pequena espessura mas possuindo importância hidrogeológica, pois permitem uma lenta percolação gravítica da água de infiltração que acaba por recarregar, diferidamente, as formações aquíferas subjacentes. Para além disso, desempenham um papel relevante na protecção da qualidade da água.

Os depósitos eluvio-aluvionares ocorrem ao longo das linhas de água e constituem pequenas manchas pouco espessas e descontínuas, com excepção da depressão de Vale de Frades.

Na depressão de Vale de Frades, a espessura dos depósitos sedimentares é variável e, em alguns locais, podem atingir espessuras das dezenas de metros, já que há registo de uma sondagem de pesquisa de água, que atravessou cerca de 25 m de material argiloso. Esta sondagem não chegou a ser transformada em captação, por ter sido considerada improdutivo (DRATM, 1989). De facto, os aquíferos do tipo poroso associados a estes depósitos são, em geral, pouco produtivos devido à presença de fracção argilosa que lhes confere baixa permeabilidade.

O aquífero freático instalado nas aluviões tem ainda um funcionamento intimamente relacionado com o regime de escoamento da própria linha de água e é, geralmente, explorado a partir de poços ou charcas, utilizados para a rega, e pelas tradicionais "fontes de mergulho" ou "chafurdo" que constituíam o antigo abastecimento das populações.

### **Formações metassedimentares**

As formações metassedimentares ocupam cerca de 85% da área da Folha de São Martinho. Os aquíferos instalados neste tipo de litologias têm comportamento hidrogeológico heterógeno e anisotrópico decorrente da complexidade tectónica da região e principalmente do grau de fracturação e alteração das rochas. Estes aquíferos têm importância estratégica a nível local pois são a principal origem do abastecimento público a pequenas povoações. O tipo de captação mais utilizada neste tipo de rochas são galerias de mina e furos verticais. De acordo com os dados da tabela 2007 do INSAAR, o volume anual de água subterrânea captado para o abastecimento público é de 72dam<sup>3</sup>/ano.

Recorrendo a relatórios de sondagens, existentes no arquivo do LNEG, e à informação do inventário de pontos de água, constata-se que estamos em presença de aquíferos livres a confinados e/ou semiconfinados. Em Vale de Frades, foram identificados vários furos com artesianismo repuxante o que reflecte condições de confinamento do sistema.

A informação de 3 sondagens de pesquisa produtivas em Vale de Frades (DRATM, 1989) permitiu constatar que a produtividade dos furos está intimamente relacionada com a presença de filões ou filonetes de quartzo, quartzitos e zonas de fracturação mais intensa. Numa dessas sondagens o caudal de perfuração atingido foi de 5L/s, quando intersectou um filão de quartzo no seio de quartzitos.

**A produtividade dos furos é baixa, com caudais de exploração que variam entre 0,8 e 3,6L/s, com uma mediana de 0,6L/s. O caudal específico segue a mesma variação oscilando entre 0,05 a 0,25L/s.m.**

A Carta de Desenvolvimento de Recursos Hídricos Subterrâneos (DRATM, 1989) para a Formação Angueira prevê um caudal de exploração de 0,5 a 1L/s podendo atingir o máximo de 3L/s; para as restantes formações metassedimentares, o caudal de exploração mais frequente oscila entre 1 a 2L/s ou 1 a 3L/s, com um caudal máximo de 5L/s.

A produtividade das nascentes é, em geral, reduzida, variando entre 0,1 e 1L/s, com um valor mediano de 0,2L/s. As nascentes com caudais de cerca 1L/s estão associadas a falhas, a galerias de antigas explorações mineiras (Quintanilha e São Martinho de Angueira) ou encontram-se na vizinhança de cristas quartzíticas (Cicouro). Verifica-se ainda que o aquífero freático é muito sensível ao regime pluviométrico, ocorrendo uma diminuição dos caudais das nascentes na época seca.

Dentro das rochas metassedimentares, os quartzitos são a litologia com aptidão aquífera superior à média regional, a título de exemplo refira-se, os furos em Vale de Frades que apresentam os maiores caudais na área da Folha. Para além disso, verifica-se que na envolvente às áreas quartzíticas a tendência da produtividade das captações é, frequentemente, superior à média da região (caso das captações em Cicouro), pelo que se coloca a hipótese de os aquíferos das formações adjacentes estarem a ser recarregados pelos quartzitos.

### **Rochas graníticas**

As rochas graníticas afloram apenas numa pequena mancha pertencente ao maciço de Ifanes, localizada no sector oriental da Folha entre S. Martinho de Angueira e Cicouro.

Não existe informação hidrogeológica, nem foram encontradas captações de água nos granitos, pelo que não é possível avaliar a aptidão aquífera destas rochas graníticas. Contudo, atendendo à informação contida na Memória Geral da DRATM (1989), considera-se que os granitos sejam a litologia menos produtiva na região com caudais de exploração médios da ordem de 0,5L/s.

### **HIDROQUÍMICA**

A caracterização hidroquímica das águas subterrâneas baseou-se nas medições em 24 pontos dos parâmetros de campo (pH, total de sólidos dissolvidos (TDS), condutividade eléctrica (CE) e alcalinidade) e em 17 análises físico-químicas amostradas pelo grupo de Hidrogeologia da Unidade de Geologia, Hidrogeologia e Geologia Costeira (UGHGC) do laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG), entre Novembro de 2010 e Julho de 2013.

Os parâmetros físico-químicos, medidos durante o inventário de campo, permitiram verificar que há diferenças nos mesmos, dependendo do tipo de captação (furo ou nascente) que está a ver observada. O pH, CE, o TDS e a alcalinidade mostram que as nascentes apresentam valores das medianas mais baixas que os furos (Tabela 1). Excepção à observação anterior, são as águas recolhidas nas captações junto às antigas galerias da mina de chumbo de Quintanilha. Quer o furo quer as nascentes (N1/39 e N2/39) são os pontos que têm os parâmetros de campo com valores mais elevados.

Tabela 1 – Estatística das análises dos parâmetros físico-químicos obtidos durante o inventário de campo.

|                | NASCENTES |                                   |                                 |  | FUROS |                                   |                                 |  |
|----------------|-----------|-----------------------------------|---------------------------------|--|-------|-----------------------------------|---------------------------------|--|
|                | pH        | CE<br>( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) | TDS<br>( $\text{mg}/\text{L}$ ) | Alcalinidade<br>( $\text{mmol}/\text{L}$ ) | pH    | CE<br>( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) | TDS<br>( $\text{mg}/\text{L}$ ) | Alcalinidade<br>( $\text{mmol}/\text{L}$ ) |
| <b>N</b>       | 15        | 15                                | 15                              | 14   | 8     | 8                                 | 8                               | 8  |
| <b>Mínimo</b>  | 5.28      | 34.0                              | 17.0                            | 0.13                                       | 5.52  | 44.0                              | 22.0                            | 0.12                                       |
| <b>Mediana</b> | 5.74      | 57.0                              | 28.0                            | 0.21                                       | 6.40  | 111.5                             | 55.5                            | 0.45                                       |
| <b>Q3</b>      | 6.43      | 153.5                             | 77.0                            | 0.56                                       | 6.69  | 176.3                             | 88.3                            | 0.74                                       |
| <b>Máximo</b>  | 7.27      | 282.0                             | 141.0                           | 1.23                                       | 6.93  | 225.0                             | 112.0                           | 1.08                                       |

Durante o inventário de campo, a escolha de pontos de água para recolha de amostras destinadas a análise química obedeceu ao seguinte critério: recolher amostras de água representativas das litologias presentes na área da Folha. Assim e, tendo em conta as restrições inerentes ao trabalho de campo, isto é, a presença ou não de captações, foram amostradas várias formações de rochas metassedimentares (xistos, filitos e quartzitos) e uma amostra foi recolhida nos Depósitos areno-conglomeráticos de cor avermelhada.

As amostras recolhidas foram analisadas em dois laboratórios distintos. Duas foram enviadas para o laboratório Actlabs; as restantes, foram analisadas no Laboratório de Águas do LNEG de São Mamede de Infesta. No total, 9 amostras de água pertencem a captações tipo nascente e/ou mina e 8 amostras de água a captações tipo furo.

No geral, está-se perante águas pouco mineralizadas, com pH que varia entre um mínimo de 5,4 e um máximo de 7,8, com uma mediana de 6,29. Exceptuando as nascentes localizadas em zonas de antigas explorações mineiras, o valor de pH das nascentes está, geralmente, abaixo de 6. A CE apresenta uma distribuição modal, situando-se 73% das amostras nas classes até os 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . As águas de nascente, quando não estão próximas de áreas mineiras ou zonas mineralizadas, apresentam valores de condutividade abaixo dos 60  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , enquanto os furos ostentam valores mais elevados.

O anião predominante é o bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ). Contudo, em 2 amostras (N9/52 e N2/38), o teor em nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), apesar de ser inferior a 9,5 $\text{mg}/\text{L}$ , faz com que as águas fiquem com fácies hidroquímica bicarbonatada-nitratada. Isto acontece, não por existir contaminação, mas pelo facto de a mineralização total destas amostras de águas ser muito baixa - inferior a 40 $\text{mg}/\text{L}$ . A presença do anião bicarbonato na água é controlada pela dissolução de minerais na água (Fig. 2).

Nas nascentes, o sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) apresenta uma discrepância de concentração entre o 3º quartil e o valor máximo. Este aumento de sulfato é verificado devido à água ser proveniente das antigas galerias da mina de chumbo de Quintanilha. Contudo, continua-se perante concentrações muito baixas deste elemento (30,33  $\text{mg}/\text{L}$ ), que não evidenciam contaminação mineira das águas subterrâneas.

As concentrações de cloreto ( $\text{Cl}^-$ ) apresentam variações típicas entre 1,60 e 6,62 mg/L. O nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) encontra-se sempre com valores bastante inferiores ao máximo recomendado pela lei portuguesa.

Não há um catião dominante nas amostras de água. O cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) é o mais preeminente, seguido do magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) e, por último, do sódio ( $\text{Na}^+$ ). O  $\text{Ca}^{2+}$  e o  $\text{Mg}^{2+}$  correlacionam-se fortemente com o ião  $\text{HCO}_3^-$ , podendo estar a indicar a percolação da água pelas rochas e seu sucessivo enriquecimento em  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{HCO}_3^-$  (Appelo e Postma, 1996).

O  $\text{Na}^+$  apresenta maiores concentrações nas águas de furos, reflectindo que a sua origem poderá estar associada a processos de interacção água / minerais silicatados.

Os dados de hidroquímica obtidos não permitiram identificar a existência de variações na composição química da água proveniente das diferentes litologias.

Não se detectou a presença de contaminação antropogénica, pois os iões indicadores deste tipo de contaminação (como o nitrato, o sulfato e o cloreto) têm teores de concentração muito pequenos.

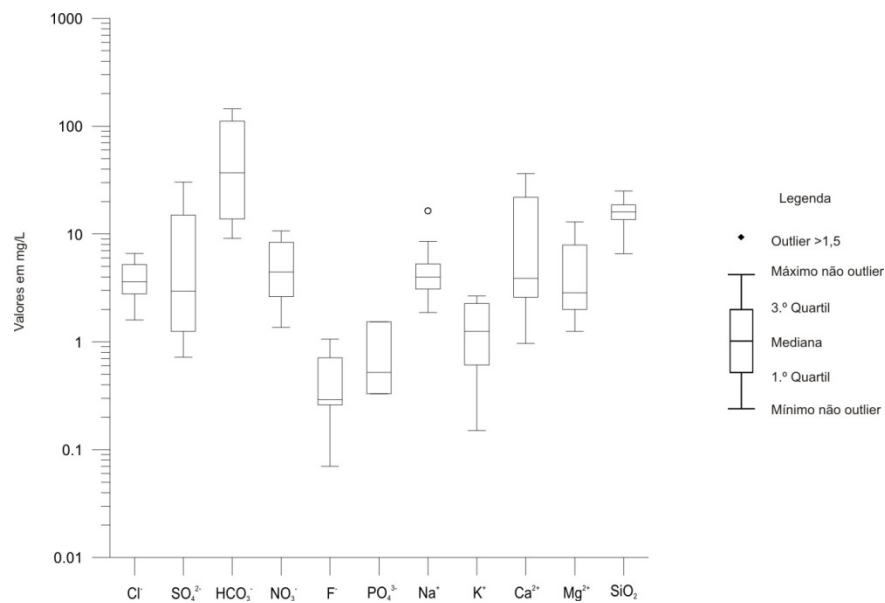


Fig. 2 – Diagrama de caixas de alguns parâmetros físico-químicos da amostragem de águas (17 pontos amostrados) na área da Folha de São Martinho de Anqueira.

Foram encontrados elementos metálicos em algumas amostras de água embora, geralmente, em concentrações inferiores ao limite legislativo.

O arsénio (As) aparece em 7 das análises químicas efectuadas. A adsorção do As é minimizada em condições de pH alcalino uma vez que as superfícies tendem a ficar carregadas negativamente. Provavelmente, por causa destas características de adsorção, o As encontra-se com concentrações mais altas nas amostras de água onde o pH apresenta valores mais elevados. Deduz-se que a presença de arsénio nestas águas subterrâneas resulte da interacção água/rocha responsável pela dissolução dos compostos de arsénio, adsorvidos em minerais de ferro e manganês.

O ambiente hidrogeológico em Portugal é propício à existência de concentrações elevadas de certos elementos metálicos, o que confere às águas subterrâneas uma composição química natural com concentrações elevadas em alguns elementos, de que se destaca o ferro e o manganês.

O ferro também foi encontrado em 3 dos locais de amostragem (Quintanilha, São Martinho e Pinelo). É um elemento químico cuja mobilidade é em função do seu estado de valência e do potencial redox do ambiente, o que faz com que a sua variabilidade nas águas subterrâneas seja muito grande.

O manganês, encontrado em 10 das amostras, varia entre 0,47 a 517 µg/L. É um dos metais mais abundantes na crosta terrestre, ocorrendo geralmente ligado ao ferro. No entanto, ao contrário do ferro que precipita facilmente quando entra em contacto com o oxigénio, o manganês é um elemento que apenas precipita quando os valores de pH são bastante elevados, pelo que se mantém nas águas subterrâneas e, por conseguinte, permanece dissolvido nas águas para longas distâncias a partir da fonte de poluição.

Para além dos elementos metálicos referidos, também foram encontrados outros elementos vestigiários do leque metálico como, por exemplo, alumínio, cobre, crómio, cobalto, cádmio, bário, lítio, níquel, chumbo, rubídio, estrôncio, volfrâmio e zinco. Contudo, os níveis encontrados são baixos e reflectem a passagem da água subterrânea pela litologia local /regional.

A origem destes elementos nas águas analisadas, como no caso das amostras recolhidas nos locais de São Martinho, Quintanilha e Rebolheira, é facilmente associada a zonas de ocorrências minerais e onde, em alguns dos casos, existiram antigas explorações mineiras. Salienta-se, todavia, que estas análises químicas não revelam problemas de contaminação mineira nas águas subterrâneas.

De modo a tentar perceber a evolução das águas estudadas, fez-se a projecção da variação do teor do ião cloreto em função da variação do ião bicarbonato. Este gráfico permitiu realçar a evolução natural das águas na sua interacção água-rocha. É visível no gráfico que os processos hidrogeoquímicos que estão a ocorrer nas águas analisadas são concordantes com o processo evolutivo de interacção água-rocha por processos naturais, onde há um enriquecimento em bicarbonato, sem contaminação, uma vez que a quantidade de cloreto é sempre muito baixa (Fig.3).



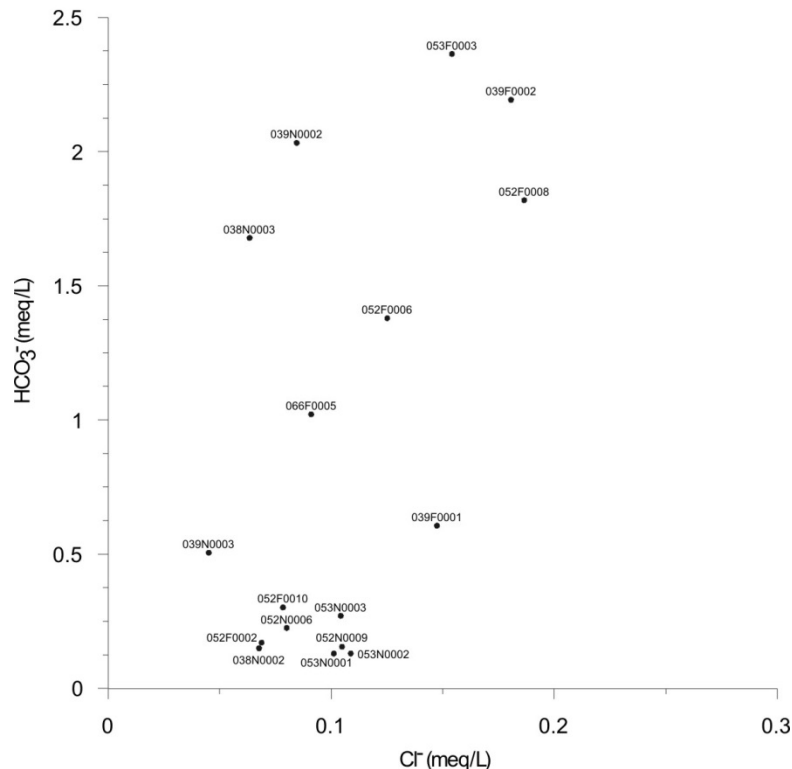


Fig. 3 - Variação do teor do Cl<sup>-</sup>, em função do teor em HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> para as amostras estudadas

### Qualidade da água subterrânea

Quanto à qualidade da água para consumo humano, relativamente aos parâmetros analisados e tendo por referência o Decreto-Lei 306/07 de 27 de Agosto, o pH é o parâmetro com maior número de incumprimentos (9), seguido do manganês (5) Arsénio (4) e ferro (3). A origem destes elementos na água está associada à concentração do fundo geoquímico local destes elementos e não devido a modificações antropogénicas.

O pH apresenta valores mínimos inferiores ao valor máximo admissível (VMA), o que traduz águas agressivas pelo excesso de acidez. Estes valores de pH são os habitualmente encontrados em águas deste tipo de litologias.

O manganês, com valores acima do valor paramétrico de 50µg/L, como já foi referido, aparece em várias amostras de água. Este elemento é considerado um elemento não desejável, uma vez que, para além de provocar um sabor desagradável, pode conferir uma tonalidade negra à água.

O arsénio, acima de 10µg/L, é considerado um elemento tóxico pela Organização Mundial de Saúde (OMS). Vários estudos epidemiológicos vieram confirmar a potencial acção cancerígena de algumas espécies de arsénio, quando presentes em concentrações elevadas, levando a OMS, em 1993, a recomendar um valor-guia muito restritivo (10µg/L) como norma de qualidade das águas destinadas a consumo humano e, que foi adoptada pela legislação em vigor. O arsénio, acima de 10µg/L, aparece em em quatro captações, localizadas em Quintanilha, em Pinelo e em São Martinho.

A qualidade da água para a rega é fundamental para a continuidade da fertilidade dos solos. 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.

Todas as amostras de água apresentam índice de SAR inferior a 1 e o valor máximo de condutividade eléctrica é 251  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . 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, distribuindo-se as amostras de água pela classe C1S1 que representam “águas com baixo perigo de alcalinização e salinização do solo”. Apenas uma amostra está no limite entre a C1S1 e a C2S1 que são “águas com baixo perigo de alcalinização do solo e perigo de salinização do solo moderado”, pelo que não é significativo.

Relativamente à qualidade da água para rega, tendo em conta a legislação em vigor (Decreto-Lei 236/98 de 1 de Agosto) para os parâmetros físico-químicos analisados, verifica-se que o pH, o flúor, o arsénio e o manganês apresentam valores acima do valor máximo recomendado (VMR), mas inferiores ao VMA.

O pH é o parâmetro que se encontra mais vezes em incumprimento, pois há 6 amostras de água com valores inferiores ao VMR. O arsénio tem 1 amostra com valores superiores ao VMR (em Quintanilha), o manganês tem 2 amostras acima do VMR (em Quintanilha e em Avelenoso). Para o flúor existe 1 furo amostrado com valor acima do VMR (Veigas).

Os restantes parâmetros analisados encontram-se abaixo do Valor Máximo Recomendado (VMR).

## Agradecimentos

Em nome da UGHGC/LNEG, as autoras agradecem às Câmaras Municipais de Miranda do Douro, Bragança e Vimioso e à empresa AGS, SA o acesso e acompanhamento às captações de água subterrânea.

## Referências bibliográficas

- APPELO, C. A. J. E POSTMA, D. (1996). GEOCHEMISTRY, GROUNDWATER AND POLLUTION. 3ª EDIÇÃO, A. A. BALKEMA, ROTTERDAM, NETHERLANDS, 536 PP.
- DRATM, 1989 – ESTUDO DE VIABILIDADE DE REGA DO VALE DE CHAVES E SEUS VALES SECUNDÁRIOS E PROSPECÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM ALGUMAS ZONAS DE TRÁS-OS-MONTES. MEMÓRIA GERAL. DIRECÇÃO REGIONAL DE AGRICULTURA DE TRÁS-OS-MONTES. CONSÓRCIO HIDROPROJECTO, ACAVACO, TAHAL. RELATÓRIO INÉDITO.
- INAG - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS (SNIRH) – DADOS DE BASE DAS REDES DE MONITORIZAÇÃO METEOROLÓGICA, [HTTP://SNIRH.PT/INDEX.PHP?IDMAIN=2&IDITEM=1](http://snirh.pt/index.php?idmain=2&iditem=1) (ACEDIDO EM JULHO 2013).
- INSTITUTO DO AMBIENTE (IA) - ATLAS DO AMBIENTE DIGITAL [2003]. [HTTP://SNIAMB.APAMBIENTE.PT/WEBATLAS/](http://sniamb.apambiente.pt/webatlas/) (ACEDIDO EM JULHO 2010).

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. LISBOA (PORTUGAL), FASCÍCULO XXIV, 287 P.

### **Legislação**

DECRETO-LEI N.º 306/2007 DE 28 DE AGOSTO. DIÁRIO DA REPÚBLICA N.º 164, I-A SÉRIE. MINISTÉRIO DO AMBIENTE, DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, LISBOA, P. 5747-5765.

DECRETO-LEI N.º 236/98 – ESTABELECE NORMAS, CRITÉRIOS E OBJECTIVOS DE QUALIDADE COM A FINALIDADE DE PROTEGER O MEIO AQUÁTICO E MELHORAR A QUALIDADE DAS ÁGUAS EM FUNÇÃO DOS SEUS PRINCIPAIS USOS. DIÁRIO DA REPUBLICA N.º 176, SÉRIE I-A DE 1 DE AGOSTO DE 1998. PP. 3676 – 3721