

CARACTERIZAÇÃO HIDROQUÍMICA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS CORRESPONDENTES À ÁREA DA CARTA TOPOGRÁFICA N.º 509 DE FERREIRA DO ALENTEJO

Francisco MIRA⁽¹⁾; António CHAMBEL⁽²⁾; Jorge DUQUE⁽³⁾

RESUMO

Este trabalho está inserido no projecto "Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo" (ERHSA) e tem como objectivo a caracterização hidroquímica das águas subterrâneas correspondentes à carta topográfica n.º 509 de Ferreira do Alentejo. Para tal procedeu-se à inventariação de 159 pontos de água, dos quais foram seleccionados 20 destinados à realização de análises físico-químicas no Laboratório da Direcção Regional do Ambiente do Alentejo (DRAA) de Santo André.

As águas apresentam condutividade eléctrica elevada, que deverá ter origem no efeito conjunto da dissolução de minerais e contaminação agrícola. As águas mais mineralizadas, com composição cloretada-sódica encontram-se associadas às rochas sedimentares e eventualmente aos pórfiros. As águas menos mineralizadas, com composição fundamentalmente bicarbonatada-cálcica, encontram-se associadas aos gabros e basaltos. Relativamente ao pH são águas de perfil básico. Os resultados destas análises permitiram classificar e definir a sua qualidade consoante os diversos usos: consumo humano ou rega, por exemplo. Quanto à utilização para consumo humano, a elevada mineralização indica que estas águas apresentam quase sempre alguns problemas, quando se entra em linha de conta com os parâmetros definidos no Decreto Lei 74/90 de 7 de Março. A distribuição dos valores da taxa de absorção de sódio em função da condutividade mostra claramente a má qualidade geral da água com destino à agricultura.

Palavras-chave: Gabros, Basaltos, Pórfiros, Rochas sedimentares, Fácies hidroquímicas, Salinização, Alcalinização.

⁽¹⁾ Finalista da Licenciatura em Engenharia dos Recursos Hídricos.

⁽²⁾ Hidrogeólogo, Assistente do Departamento de Geociências da Universidade de Évora, Direcção do Estudo de Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo.

⁽³⁾ Hidrogeólogo, Mestre em Geologia Económica e Aplicada pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Coordenação do Projecto "Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo (ERHSA)", pela Universidade de Évora, Évora, Portugal.

1 - INTRODUÇÃO

A presente comunicação encontra-se englobada no âmbito do projecto *Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo* (ERHSA) coordenado e financiado pela Comissão de Coordenação da Região Alentejo (CCRA) e tem como objectivo a caracterização hidroquímica das águas subterrâneas correspondentes à área da carta topográfica n.º 509, de Ferreira do Alentejo, à escala 1/25000 dos Serviços Cartográficos do Exército, correspondente a uma área de 160 km².

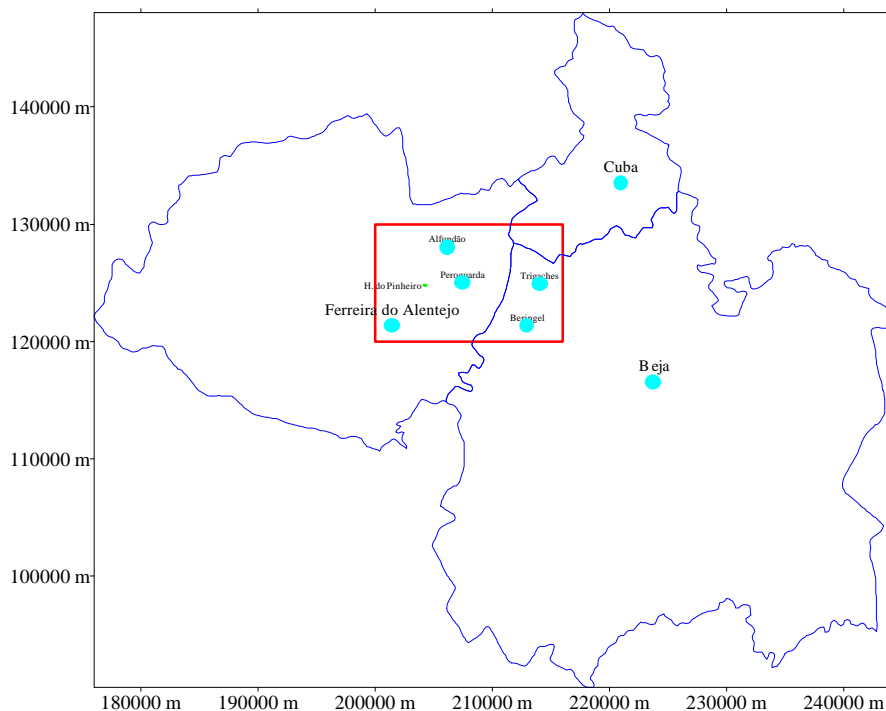
Procedeu-se a uma inventariação de 159 pontos de água, dos quais 124 são poços, 27 furos, 4 nascentes e 4 charcas. Foram realizadas análises *in situ* a vários parâmetros, tais como condutividade, temperatura, pH, e foram obtidas informações relativas à profundidade e ao nível hidroestático em 119 dos 159 pontos. Não foi possível efectuar medições nas restantes, por dificuldades de acesso.

Dos pontos inventariados foram seleccionados 20 para execução de análise físico-químicas laboratoriais.

2 - ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO E GEOMORFOLÓGICO

A área estudada, localizada na bacia hidrográfica do Rio Sado, fica situada no sul de Portugal continental, na região do Baixo Alentejo. O relevo tem as características gerais da peneplanície alentejana, aplanado ou ligeiramente ondulado, esporadicamente interrompido por zonas um pouco mais acidentadas constituindo relevos de dureza residuais (FEIO, 1951).

Figura 1 - Localização geográfica da área estudada, carta topográfica n.º 509 dos Serviços Cartográficos do Exército.

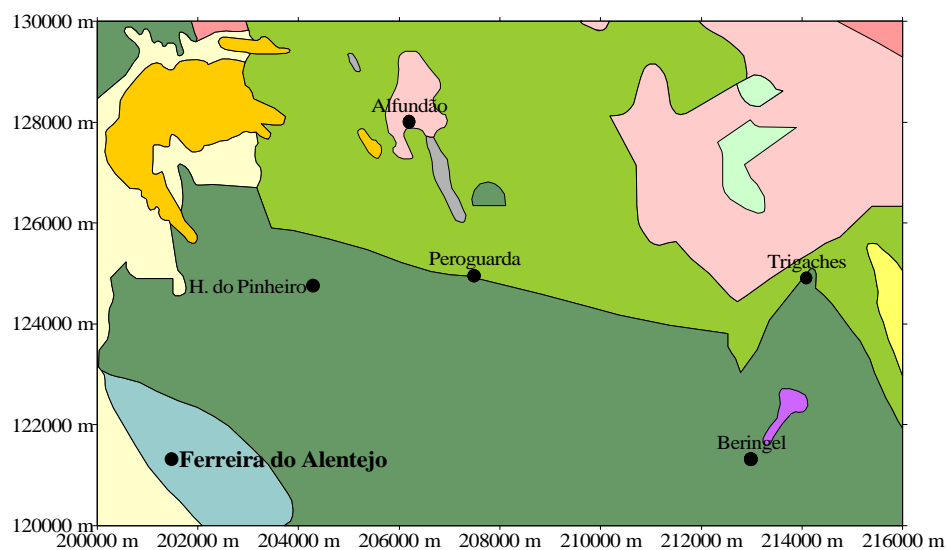


Os concelhos abrangidos por este estudo são parcialmente os de Ferreira do Alentejo, Beja e Cuba (figura 1).

A rede de drenagem principal não é muito desenvolvida e tem como orientação principal a direcção ESE-WNW. Outras orientações da rede de drenagem são as direcções secundárias SE-NW e N-S. Quase todas as linhas de água ficam secas no período de estiagem como acontece em grande parte do Alentejo, à excepção da Ribeira de Alfundão que, por vezes, mantém alguma água de circulação superficial, embora com caudais reduzidos.

3 - ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

A consulta da carta geológica 1:200000, folha 8, dos Serviços Geológicos de Portugal, (OLIVEIRA *et al.*, 1992) permite observar que a área em estudo (figura 2) pertence à zona de Ossa Morena (ZOM). Mais especificamente encontra-se englobada no Complexo Ígneo de Beja ou CIB (FONSECA, 1995), que se localiza no bordo sudoeste da ZOM (ANDRADE *et al.*, 1976).



LEGENDA

- terraços fluviais e depósitos de vertente do Quaternário
- argilas, margas, calcários e conglomerados do Miocénico
- conglomerados, arenitos, margas com concreções calcárias e argilosas do Paleogénico
- pórfiros de Baleizão
- dioritos e granodioritos de Monte Novo
- xistos ardosíferos e grauvacóides de Alfundão
- gabros de Beja
- tufos, cineritos e brechas
- basaltos e díbases
- anfibolitos, granulitos, flasergabros e sepentinitos (COBA)
- mármores de Trigaches

Figura 2 – Representação cartográfica da geologia da área estudada.

Nesta área encontram-se representadas diversas unidades litológicas pertencentes ao CIB assim como alguns depósitos de cobertura do Miocénico.

Os gabros de Beja são a unidade litológica com maior relevância, ocupando cerca de 40% da área estudada, sendo datados do Devónico superior. Ocasionalmente ocorrem sobre estas pequenas manchas de cobertura correspondentes aos terraços fluviais e depósitos de vertente do Quaternário, nomeadamente a nordeste de Beringel.

A norte dos gabros de Beja afloram basaltos e diabases (Devónico médio) e outras litologias ígneas, nomeadamente os pórfiros de Baleizão (Carbónico médio). Neste conjunto afloram também algumas manchas de rochas vulcânicas constituídas por tufos, cineritos e brechas do Devónico médio.

Na unidade formada pelos basaltos e pelas diabases convém referir a ocorrência de uma faixa constituída por xistos ardosíferos e grauvacóides do Carbónico inferior que se prolonga desde as imediações de Alfundão, ao longo de alguns quilómetros, na direcção de Peroguarda.

Na zona de Ferreira do Alentejo afloram rochas pertencentes ao Complexo Ofiolítico de Beja-Acebuches (COBA) do Devónico inferior com predomínio de anfíbolitos, granulitos, flasergabros e serpentinitos. Na restante área de estudo afloram argilas e margas do Miocénico que se situam a sudoeste de Ferreira do Alentejo e no sector nordeste da área. Nesta zona afloram ainda conglomerados e arenitos datados do Paleogénico.

A oeste de Beringel ocorre a passagem de um alinhamento filoniano, com orientação NE-SW, conhecido por Filão da Messejana, constituído por doleritos, gabros doleríticos com pigeonite e mesostase siliciosa (OLIVEIRA *et al.*, 1992).

4 - CARACTERIZAÇÃO HIDROQUÍMICA

Neste trabalho procedeu-se à inventariação de pontos de água constantes na carta topográfica n.º 509 de Ferreira do Alentejo à escala 1/25000, assim como de outros cuja localização era desconhecida.

No total foram inventariados 159 pontos de água, entre furos, poços e charcas, dos quais a grande maioria eram poços, encontrando-se estes praticamente abandonados e servindo apenas, alguns deles, para abeberamento de gado e para abastecimento de alguns montes. Ao longo do trabalho de campo foram realizadas, *in situ*, medições de alguns parâmetros em 119 dos pontos inventariados, nomeadamente pH, temperatura e condutividade eléctrica (figura 3). Foi também possível recolher informação relativa à profundidade das captações e ao nível hidroestático .

Através da interpretação dos resultados obtidos no trabalho de campo, particularmente o pH e a condutividade eléctrica, e tendo em atenção as litologias presentes, foi possível fazer uma selecção de 20 pontos a fim de se proceder à recolha de amostras para realização de análises laboratoriais (figura 4).

As análises foram realizadas no laboratório da DRAA, em Santo André, e foram determinados os seguintes parâmetros: pH, condutividade eléctrica, turvação, cloreto, dureza total em CaCO₃, alcalinidade total em CaCO₃, nitrato, nitrito, sulfato, sílica, cálcio, magnésio, potássio, sódio e bicarbonato.

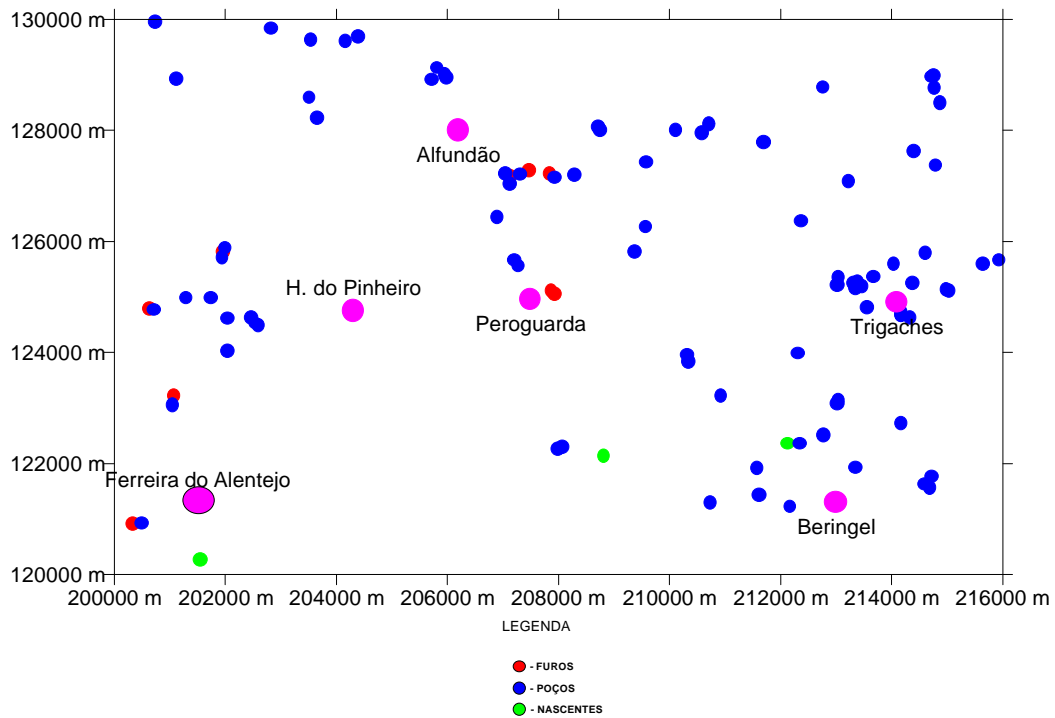


Figura 3 - Distribuição dos pontos inventariados onde foi possível proceder a análises de pH e condutividade *in situ*.

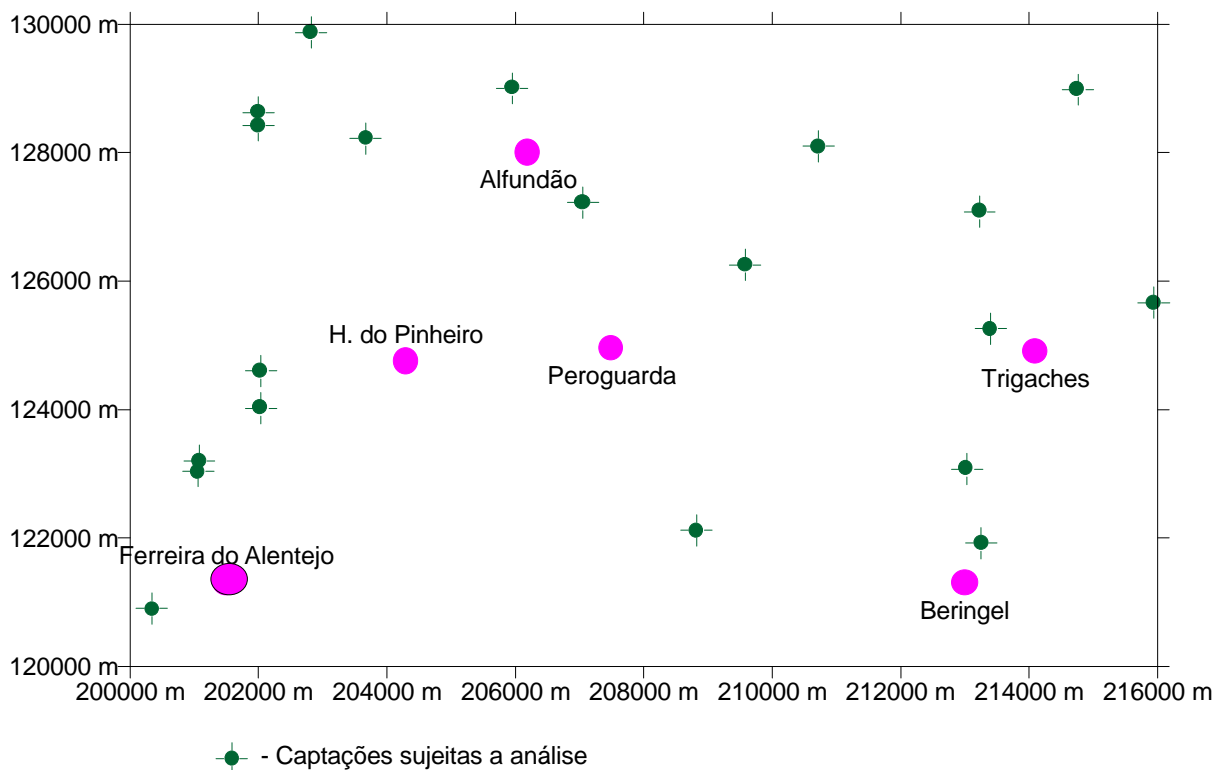


Figura 4 - Distribuição geográfica dos pontos seleccionados para a realização de análises físico-químicas.

Os resultados do tratamento estatístico de alguns dos parâmetros analisados estão expressos no quadro 1.

Quadro 1 - Síntese dos resultados estatísticos. CE em $\mu\text{S}/\text{cm}$, Alcalinidade e Dureza Total em mg/l de CaCO_3 , os restantes valores vêm expressos em mg/l .

	N	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	1º Quart.	3º Quart.	Achatam.	Kurtose
pH	20	7.98	8.10	7.3	8.3	7.8	8.2	-1.17	0.73
CE	20	2021.8	1696	758	7649	870.5	2417.5	2.512	7.679
Cl^-	20	384.5	206	19	2941	65	371	3.609	14.36
ALC	20	326.4	340	57	465	274	378	-1.276	3.175
DT	20	554.3	407	240	2577	290	549.5	3.298	12.05
NO_3^-	20	55.95	43.7	2.08	199.4	26.05	78.45	1.558	3.045
SO_4^{2-}	20	81.46	69.5	26.3	181	43	93.5	0.97	0.17
SiO_2	20	40.27	34.55	13.04	72.58	28.34	54.8	0.697	-0.653
Ca^{2+}	20	112	85.3	39.5	448	69.25	130.7	3.252	12.24
Mg^{2+}	20	55.67	42.37	20.25	166.5	36.87	59.37	2.007	3.641
K^+	20	2.11	0.67	0.13	10.25	0.3	2.35	2.03	3.448
Na^+	20	159.7	108.6	31.5	594	88.75	196.2	1.946	3.950

As figuras 5 e 6 representam respectivamente a projecção da distribuição dos valores de condutividade eléctrica e do pH.

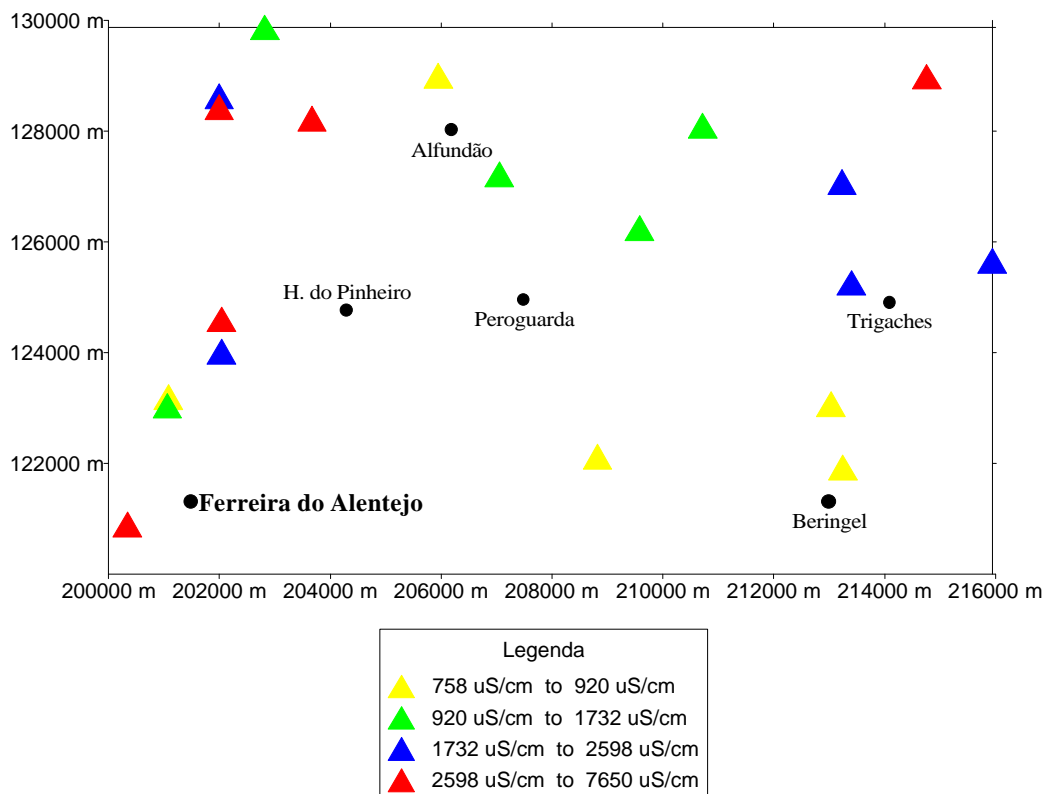


Figura 5- Projecção das classes de triângulos proporcionais às quartis dos valores da condutividade eléctrica em $\mu\text{S}/\text{cm}$ na zona de estudo

Os valores de condutividade são bastante elevados em especial no sector noroeste da carta militar n.º 509, corroborando assim os resultados obtidos por DUQUE (1997) na mesma

zona. A mediana dos valores cifra-se na ordem dos 1690 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Verifica-se que são águas muito mineralizadas.

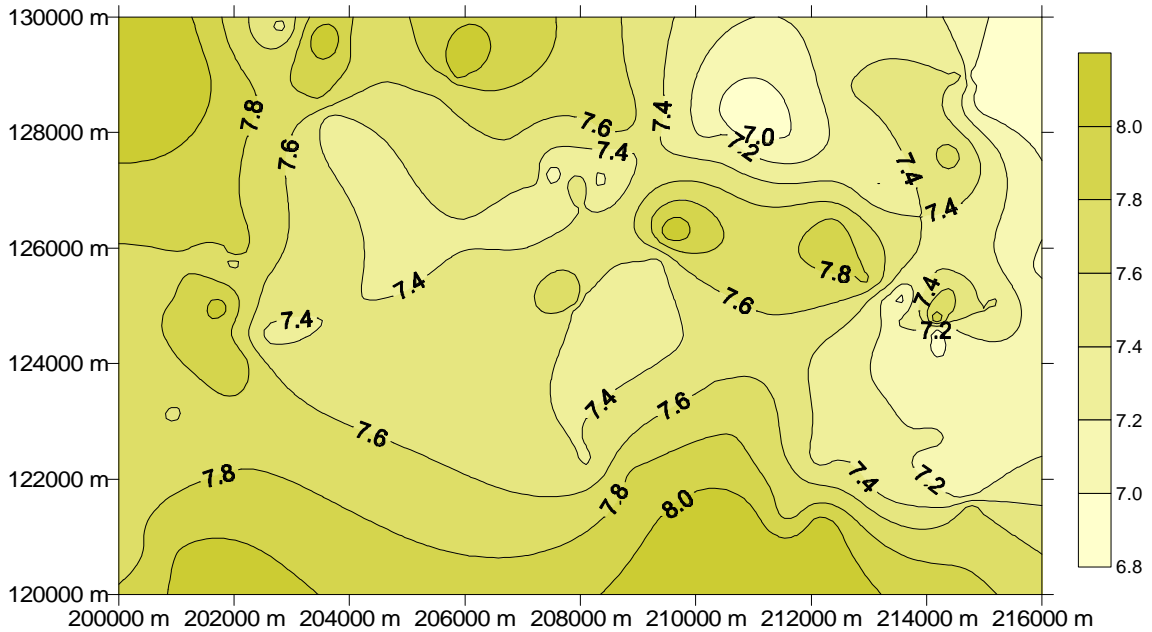


Figura 6 - Representação das isolinhas dos valores de pH medidos no campo.

A distribuição dos valores de pH mostra uma certa homogeneidade espacial, com um intervalo de variação entre os 7.3 a 8.3. São águas com perfil básico.

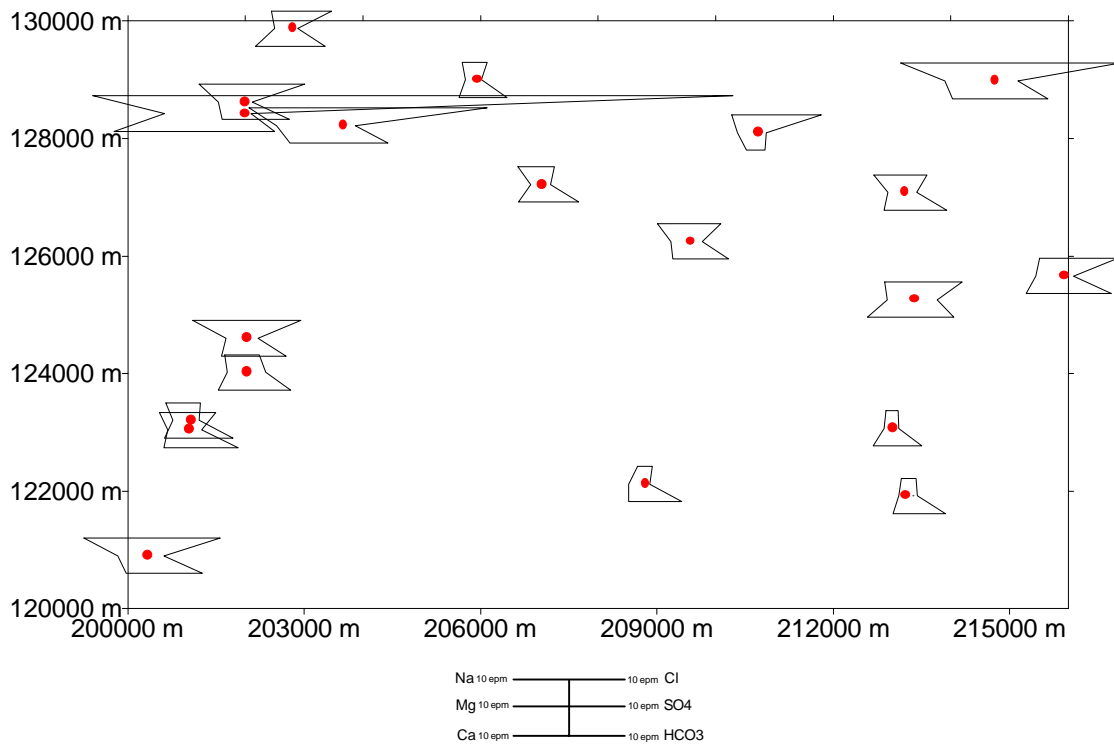


Figura 7 - Representação espacial dos diagramas de Stiff nas águas da área estudada.

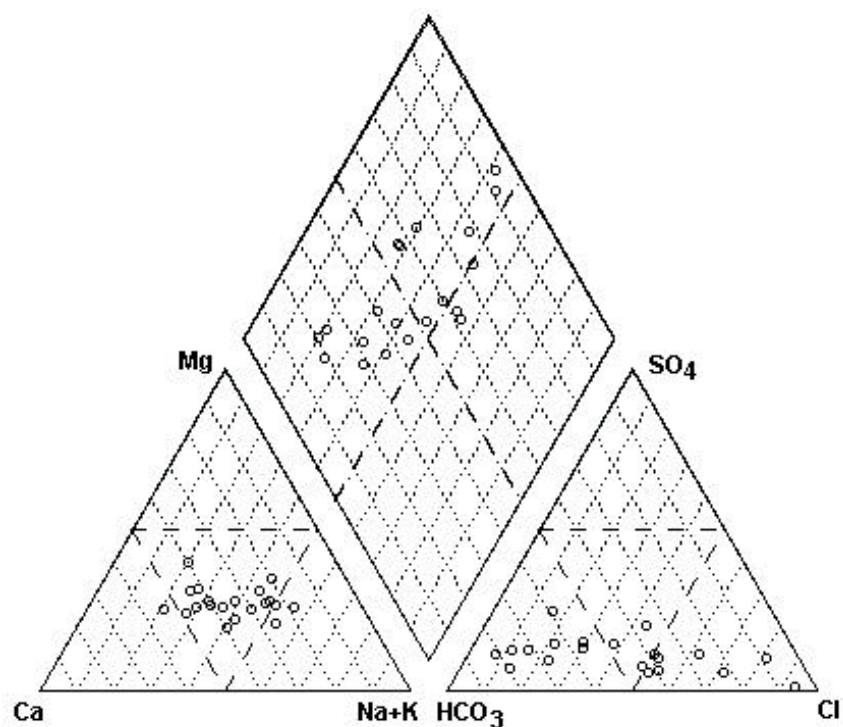


Figura 8- Projeção das análises das águas em diagrama de Piper

Os diagramas de Stiff (figura 7) e de Piper (figura 8) dão-nos uma ideia da composição química das águas analisadas e das suas fácies hidroquímicas. Os diagramas de Stiff mostram algumas águas com mineralização muito acentuada. A interpretação destes dois tipos de diagramas permite verificar que, nas áreas ocupadas por terrenos sedimentares, as águas são muito mineralizadas e predominantemente cloretadas-sódicas. Nos gabros a mineralização é muito inferior à que se encontra nas rochas sedimentares, as águas são bicarbonatadas-cálcicas por vezes com tendência sódica ou magnesiana. As duas amostras que foram recolhidas na zona dos pórfiros, apresentam características clorotadas-sódicas. O número de amostras e a exiguidade da área dos pórfiros presente nesta carta não permite retirar conclusões concretas quanto à origem destes iões. Aparentemente correspondem a fácies muito semelhantes às encontradas nas rochas sedimentares mas o facto destas não se encontrarem nesta área em grande extensão, poderá significar uma qualidade intrínseca das águas dos próprios pórfiros.

Só a continuidade dos estudos, alargando a área investigada, poderá determinar uma resposta mais segura. Em relação ao basalto as amostras apresentam características bicarbonatadas-sódicas por vezes com tendência cálcica ou cloretada.

Relativamente ao diagrama de Riverside (figura 9), que representa a taxa de absorção de sódio (SAR) em função dos valores da condutividade e nos dá uma ideia sobre qualidade da água para rega, as águas subterrâneas agrupam-se da seguinte forma:

- Classe C3S1: 15 amostras correspondentes a 75% do total - Águas com baixo perigo de alcalinização e alto perigo de salinização.

- Classe C4S2: 4 amostras, 20% do total - Águas com médio perigo de alcalinização e muito alto perigo de salinização.

- Classe C4S1: 1 amostra, 5% do total - Água com baixo perigo de alcalinização e muito alto perigo de salinização.

Na totalidade das amostras analisadas o perigo de alcalinização varia de baixo (80%) a médio (20%); relativamente á salinização o perigo varia de alto (75%) a muito alto (25%).

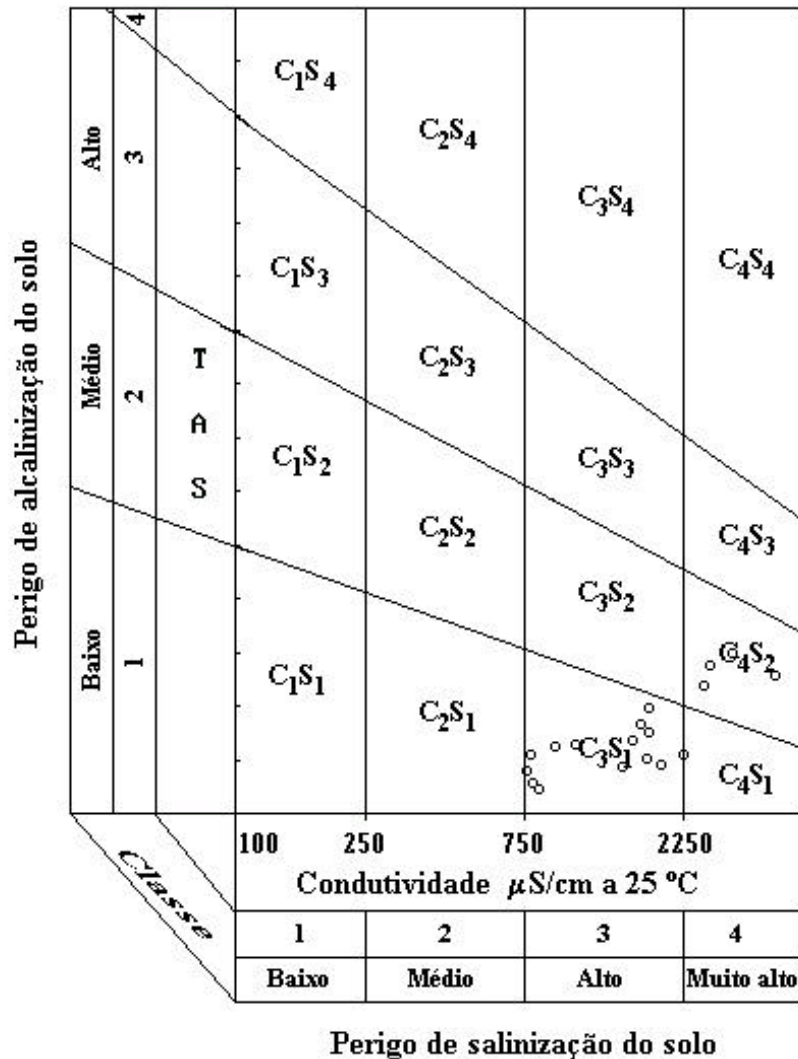


Figura 9 - Representação do diagrama de Riverside (qualidade da água para a agricultura) segundo o United States Soil Labs (USSLS).

Quanto à qualidade da água para consumo humano, no âmbito dos limites descritos no decreto lei 74/90, de 7 de Março, verifica-se que a globalidade das amostras analisadas apresentam um elevado grau de mineralização, com a condutividade eléctrica a apresentar em todos os locais medidos valores superiores aos 400 $\mu\text{S/cm}$, com um máximo de 7649 $\mu\text{S/cm}$. As águas apresentam dureza muito elevada com mediana na ordem dos 407 mg/L em CaCO_3 . Em relação aos sulfatos, apresentam um valor médio de 81 mg/L, ultrapassando o Valor Máximo Recomendado (VMR), que é 25 mg/L. Os cloretos têm também valores elevados, sendo a média de 384 mg/L e a mediana de 206 mg/L; o VMR é de 25 mg/L.

Para o íão cálcio, os valores variam entre 39.5 e 448 mg/L, tendo como valor médio 112mg/L.

Relativamente ao íão magnésio, os valores situam-se entre 20 e 166 mg/L, tendo como valor médio 55 mg/L, que é superior ao Valor Máximo Admissível (VMA) que é 50 mg/L. A concentração média dos nitratos é de 55 mg/L, apresentando como valor máximo 199 mg/L; o VMA é de 50 mg/L, sendo ultrapassado em 8 das amostras de água. A concentração média do sódio (159 mg/L) é superior ao VMA (150 mg/L). Em relação ao potássio, os valores médios da sua concentração são inferiores ao VMA.

5 - CONCLUSÃO

A maioria dos parâmetros analisados têm valores que são superiores ao VMR (valor máximo recomendado) e ao VMA (valor máximo admissível) definidos pelo Decreto Lei n.º 74/90 de 7 de Março.

Na globalidade as águas subterrâneas desta região revelam uma forte mineralização e alguma heterogeneidade nas fácies hidroquímicas.

As águas das rochas sedimentares apresentam os valores mais elevados de mineralização com fácies predominantemente calco-sódicas. Nos gabros a mineralização é inferior e as águas são bicarbonatadas-cálcicas por vezes com tendência sódica ou magnésiana. As amostras recolhidas na área dos pórfiros, apresentam características cloretadas-sódicas. Em relação aos basaltos, as amostras têm características bicarbonatadas-sódicas por vezes com tendência cálcica ou cloretada.

As águas têm um pH que varia entre 7.3 e 8.3, com perfil básico.

A globalidade amostras analisadas possuem um elevado grau de mineralização, com a condutividade eléctrica a apresentar um valor médio da ordem dos 2020 µS/cm. A média dos valores dureza total ultrapassa 40° F.

São registados valores muito elevados de sulfatos, cloretos, cálcio, magnésio e sódio.

Relativamente ao índice SAR em função da condutividade eléctrica, que representa a qualidade da água para fins agrícolas, verifica-se que as amostras apresentam um perigo de alcalinização baixo (80%) a médio (20%) e um perigo de salinização alto (75%) a muito alto (25%).

Concluindo, as águas subterrâneas desta zona, na sua globalidade, apresentam qualidade físico-química algo deficiente, quer quando destinada ao abastecimento público, quer quando destinada à agricultura, embora, neste último caso, esta informação tenha de ser cruzada com a relativa à composição dos próprios solos, afim de aquilatar as verdadeiras consequências do seu uso.

6 - BIBLIOGRAFIA

ANDRADE, A. A. S., FERREIRA PINTO, A. F., NABAIS CONDE, L. E. - "Sur la géologie du massif de Beja: Observations sur la transversale d'Odivelas". Lisboa, Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal, Tomo 55, 1976, p.p.171-202

- DUQUE, J. - "*Caracterização Hidrogeológica e Modelação do Aquífero dos Gabros de Beja*". Dissertação apresentada à Universidade de Lisboa para a obtenção do grau de Mestre em Geologia Económica e Aplicada, Lisboa, 1997, 213 p.
- FEIO, M. - "*A evolução do Relevo do Baixo Alentejo e Algarve*". Lisboa, Direcção Geral de Minas e Serviços Geológicos, 1951, p.p. 20-92
- FONSECA, P. - "*(Estudo da) Sutura Varisca no SW Ibérico nas Regiões de Serpa-Beja-Torrão, Alvito-Viana do Alentejo*". Tese de Doutoramento, Lisboa, Universidade de Lisboa, 1995, 325 p.
- OLIVEIRA, J. T. - "*Carta Geológica de Portugal 1/200000, folha n.º8*". Lisboa, Serviços Geológicos de Portugal, 1992