

## SISTEMA AQUÍFERO MOURA-FICALHO

Augusto Marques da COSTA<sup>(1)</sup>

### RESUMO

As características geológicas de uma região constituem um factor importante na definição do sistema de escoamento hídrico subterrâneo. Na região em estudo, entre Moura e Ficalho, a estrutura geológica, de alguma complexidade, é constituída por alinhamentos de dobras (NW-SE) de rochas de natureza carbonatada, parcialmente cobertas por formações cenozóicas. O fluxo hídrico subterrâneo regional, de SE para NW, é dominado por um aquífero principal, o "aquífero Moura-Ficalho". Este é o aquífero com potenciais hidráulicos mais elevados e, por essa razão, recarrega outros aquíferos, constituídos em formações de cobertura e em outras estruturas carbonatadas do soco hercínico. As profundidades máximas de circulação hídrica subterrânea na região são, comprovadamente, da ordem dos 690 metros.

Apresenta-se, de forma cartográfica, o desenvolvimento espacial destes aquíferos e descrevem-se as principais características de cada um, bem como os respectivos mecanismos de comunicação hidráulica.

**Palavras-Chave:** Aquífero, aquífero confinado, aquífero livre, aquícludo, aquífugo, artesianismo, potencial hidráulico, transmissividade, coeficiente de armazenamento, índices de saturação, resíduo seco.

---

(1) Geólogo Assessor do Departamento de Hidrogeologia do Instituto Geológico e Mineiro, Portugal

## 1- INTRODUÇÃO

A presente comunicação vem fazer a apresentação do estado actual do conhecimento do Sistema Aquífero Moura-Ficalho que constituiu uma das zonas de intervenção detalhada do IGM, no âmbito do Projecto de Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos no Alentejo (PERHSA), iniciado em 1997 e com duração prevista para três anos, sob a coordenação da CCR do Alentejo.

As características gerais dos aquíferos deste sistema já foram descritas em anteriores publicações (Costa, A.M., 1991,1990,1988,1985), mas importa apresentar uma actualização dessa interpretação, face aos resultados entretanto obtidos.

Desde 1991 até 1997, foram desenvolvidos diversos trabalhos de prospecção geofísica e de prospecção por sondagens mecânicas, que serão apresentados com mais detalhe noutra comunicação **MONITORIZAÇÃO DOS AQUÍFEROS DA REGIÃO DE MOURA-FICALHO-sondagens, construção e equipamento de piezómetros**. Os resultados obtidos, sobretudo durante o corrente ano, vieram confirmar e detalhar o modelo conceptual existente para a região.

Com os trabalhos em curso pretende-se desenvolver os seguintes domínios:

- a) Estudar a geometria e características físicas e químicas dos aquíferos tridimensionalmente;
- b) Instalar os meios de medição e controlo susceptíveis de fornecerem informação sobre a variabilidade temporal dos níveis e da qualidade;
- c) Desenvolver novas metodologias com resultados fiáveis no estudo hidrogeológico, como por exemplo, métodos geofísicos de prospecção (VLF-EM e SGW-NMR), sondagens mecânicas de prospecção com recuperação de carotes para a realização de estudos pormenorizados litológicos e de fracturação e ensaios de potencial hidráulico com "packers" em sondagens;
- d) Interpretar o conjunto de dados recolhidos, utilizando um vasto conjunto de ferramentas matemáticas (modelos de simulação de fluxo, modelos geoestatísticos e modelos hidrogeoquímicos);
- e) Integrar toda a informação num SIG associado a uma base de dados alfanumérica, por forma a disponibilizar os meios necessários a uma adequada gestão destes recursos.

Apresenta-se o estado actual dos conhecimentos embora se tenha a clara noção que os resultados dos trabalhos em curso e a desenvolver nos próximos dois anos, irão continuar a introduzir novos dados e, eventualmente, haverá modificações em algumas das ideias que vão ser apresentadas.

## 2- ÁREA DE ESTUDO E ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

A presente área de estudo (vidé figura 1), estende-se entre os paralelos 38°12'N e 37°56'N, isto é, desde cerca de quatro quilómetros a norte de Moura até cerca de um quilómetro a sul de Vila Verde de Ficalho. Os meridianos que delimitam esta área são os 7°31'W e 7°13'W, que passam a cerca de 4 quilómetros a oeste de Pias e na povoação de Safara, respectivamente.

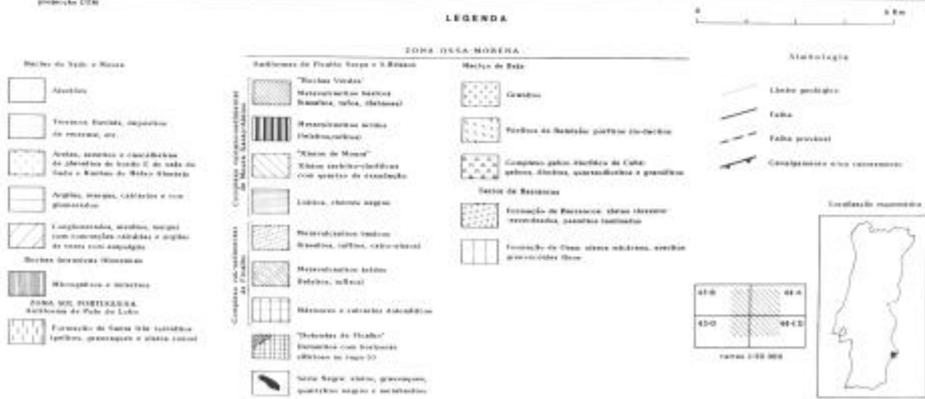
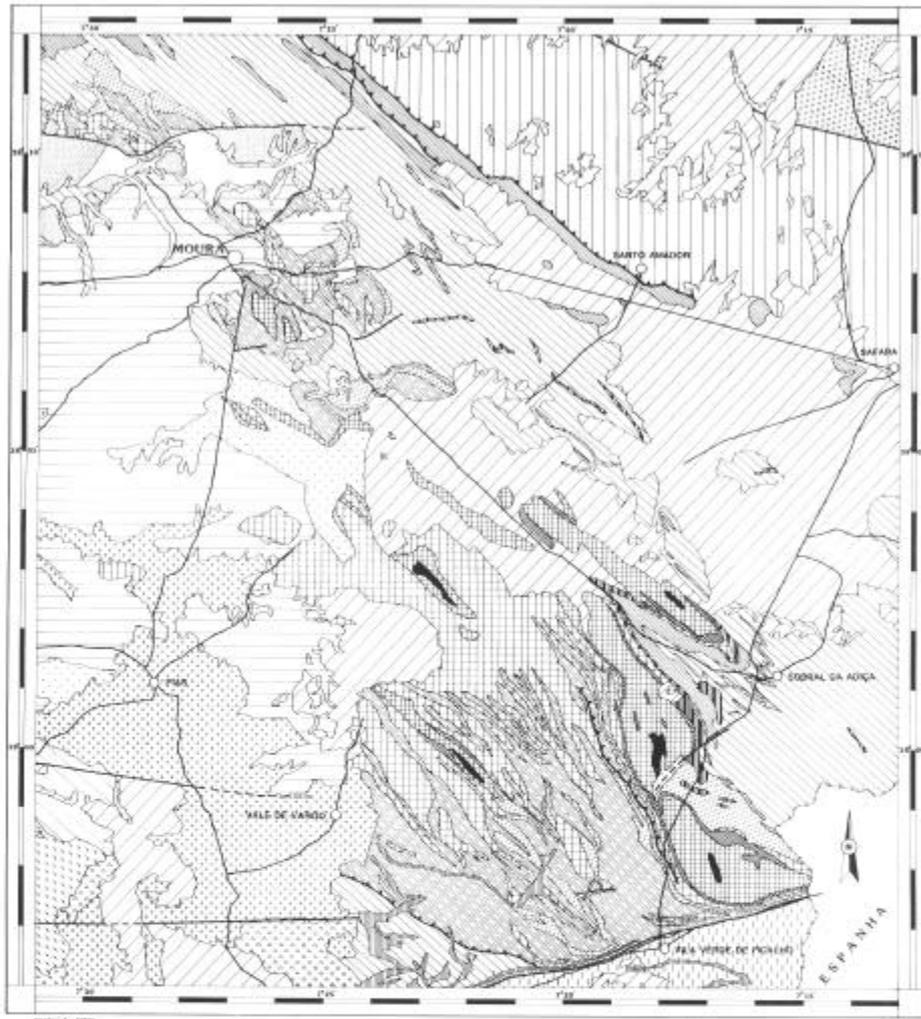


Fig. 1 – Mapa geológico da região de Moura.

A região é dominada pela existência de três alinhamentos de relevo principais, que se desenvolvem em direcções próximas de SE-NW, entre Sobral da Adiça e Moura, V.V. de Ficalho e Moura e entre Vale de Vargo e Moura. Trata-se, por isso, de um conjunto de relevos alongados e ligeiramente convergentes em direcção à zona entre Moura e Pisões.

Os relevos alinhados correspondem a dobras anticlinoriais de rochas carbonatadas, essencialmente constituídos por dolomitos cinzentos, com algumas intercalações de metavulcanitos na base, e um nível descontínuo de rochas siliciosas no topo. Esta sequência litológica corresponde às "Dolomias de Ficalho", atribuídas ao Câmbrico.

Algumas destas dobras chegam a apresentar afloramentos da zona nuclear, constituídos por xistos negros, com intercalações mais ou menos siliciosas, embora de reduzidas dimensões, que correspondem à chamada "Série Negra", de idade pré-câmbrica.

As zonas mais deprimidas correspondem a estruturas sinclinoriais, de rochas menos resistentes à erosão, que fazem parte do "Complexo Vulcano Sedimentar de Ficalho", de idade ordovícica, constituído por níveis descontínuos de mármore calcíticos e calcários dolomíticos (equivalente ao "Olho de Mocho"), com passagens laterais e para o topo, a metavulcanitos.

As dobras de orientação hercínica (NW-SE), são cortadas por diversos acidentes tectónicos transversais, dois dos quais delimitam a norte e a sul o sistema aquífero, nomeadamente:

-A norte, o sistema de falhas ligado à falha da Vidigueira;

-A sul, a falha de Ferreira-Ficalho, que separa a Zona de Ossa-Morena da Zona Sul Portuguesa.

Além das falhas com direcções próximas de E-W, existem ainda falhas NE-SW e outras coincidentes com a direcção dos eixos das dobras, que originam cavalgamentos de NE para SW. As próprias dobras principais são sub-verticais, por vezes com vergência para SW, embora com planos axiais muito inclinados.

Com excepção da estrutura da Preguiça, cujo eixo de dobra mergulha para SE, as restantes estruturas, à medida que caminhamos de Sobral da Adiça para Moura, apresentam mergulhos neste sentido (para NW).

No extremo SE da área de estudo, a estrutura da serra de Ficalho, chega a apresentar uma orientação E-W, mergulhando esta dobra para E, em direcção ao Rosal de la Frontera (Espanha), devido à actividade do cavalgamento de Ferreira-Ficalho, que aqui apresenta uma forte componente de desligamento esquerdo, com rejeito de vários quilómetros (VICTOR DE OLIVEIRA, informação oral).

As zonas oriental e ocidental desta área de estudo são de natureza diferente. Assim, as vastas zonas aplanadas que desenvolvem para NE, em direcção a Santo Amador e Safara e que se prologam a norte da "falha da Vidigueira", são dominadas pela existência de xistos, liditos e metavulcanitos do "Complexo vulcano-sedimentar de Moura-Santo Aleixo". Nesta unidade incluem-se os chamados "Xistos de Moura" e as "Rochas Verdes", a que tem sido atribuída idade silúrica, confirmada pela descoberta de graptólitos silúricos em liditos que constituem níveis intercalares nos "Xistos de Moura" (PIÇARRA, J.M, 1991). São grandes manchas, que poderão corresponder a várias unidades litoestratigráficas, com idades distribuídas entre o Ordovícico e o Silúrico.

A zona ocidental, é dominada pela existência de maciços intrusivos, pertencentes ao "Maciço de Beja", de natureza litológica diversa. São dominantes, nesta zona, os granitos, que constituem um maciço habitualmente identificado na bibliografia como "Granito de Pias". Apesar desta designação, são incluídos alguns dioritos. Este maciço prolonga-se, sob uma pequena faixa de cobertura terciária, para Vale de Vargo e Pias, constituindo o maior afloramento do "Maciço de Beja" nesta região. A partir do vértice geodésico de Monte Branco (próximo da estrada Pias-Moura), o mesmo maciço deve prolongar-se para NW, sob uma vasta área de cobertura terciária, em direcção a Marmelar (a oeste de Moura, mas fora da presente área de estudo), onde voltam a aflorar granitos semelhantes aos de Pias.

As rochas intrusivas filonianas estão representadas por rochas básicas, microgabros e doleritos, que constituem estruturas de grande envergadura, quer a norte quer a sul, do acidente de Ferreira-Ficalho.

A sul da falha de Ferreira-Ficalho, já na Zona Sul Portuguesa, encontram-se os xistos da "Formação de St<sup>a</sup> Iria", que se apresentam mais ou menos siliciosos junto ao acidente. A esta unidade é atribuída idade devónica.

O substrato hercínico desta região encontra-se parcialmente coberto por formações ceno-antropozóicas. Particularmente importantes, pelo papel hidrogeológico que desempenham, são as coberturas terciárias de Moura e de Safara, especialmente junto à ribeira da Toutalga, e de Belmeque. Também as formações aluvionares da ribeira da Toutalga e do rio Ardila assumem, por vezes, importante papel hidrogeológico.

Embora a sub-divisão litoestratigráfica do Terciário de toda a área abrangida ainda não esteja feita (razão pela qual não é possível apresentar uma cartografia mais detalhada), os dados publicados (Carvalho, A.M. & Alves, C., 1970), em particular para a zona de Moura, e a própria folha de Moura da Carta Geológica de Portugal à escala 1/50000 (folha 43-B), indicam a seguinte sequência, do topo para a base:

- "Calcários de Moura", constituídos por calcários esbranquiçados, umas vezes detríticos ou margosos outras vezes compactos;
- "Depósitos detríticos grosseiros", constituídos por depósitos detríticos avermelhados ou vermelho acastanhados, com intercalações lenticulares conglomeráticas, no seio de formações argilosas com elementos clásticos grosseiros dispersos;
- "Arenitos de Moura", constituídos por arenitos finos de cor variável (esbranquiçado, esverdeado, amarelado ou castanho claro), com intercalações lenticulares argilosas;
- "Complexo de Marmelar", constituído por um nível superior detrítico de cor avermelhada e com algumas intercalações conglomeráticas e por um nível inferior carbonatado, esbranquiçado, passando lateralmente a níveis argilosos.

As formações terciárias foram intersectadas nas sondagens *SD3Bicas1* (40 m de espessura), *SHMoura1* (23.5 m de espessura) e *SHMonteBranco1* (27.85 m de espessura). Na sondagem *SD3Bicas1*, a sequência parece ser mais completa.

As acções tectónicas que devem ter soerguido toda esta região, sobre a qual passaram a actuar os mecanismos de erosão normal, conduzindo ao modelado actual do relevo, originaram também a acumulação das cascalheiras plio-quadernárias assinaladas na figura 1.

### **3- EROSÃO CÁRSICA**

Na região são evidentes os indícios de acções cársicas, que devem corresponder a diversos ciclos de carsificação, por vezes condicionados tectonicamente. Assim, na extremidade SE da serra da Preguiça encontra-se um paleocarso, fossilizado pela acumulação de óxidos e hidróxidos de ferro, chumbo e zinco. As grandes dimensões das aberturas cársicas (evidenciadas pela remoção, por exploração mineira a céu aberto, do respectivo preenchimento), devem resultar de um ciclo cársico, provavelmente miocénico, relacionado com a formação, em ambiente sedimentar fechado, dos sedimentos carbonatados desta idade.

Encontram-se ainda outros indícios de fossilização de aberturas cársicas, por depósitos conglomeráticos, de natureza essencialmente carbonatada, provavelmente já no período Quaternário, como sucede próximo do Outeiro de Santo António (junto à sondagem *SHSantoAntónio1*) e no Monte dos Machados (figura 2).

Não são assinalados, por não terem expressão cartográfica, os depósitos de tufos calcários com restos de vegetais fósseis, que se encontram junto de algumas nascentes cársicas actuais, como por exemplo a nascente do Monte dos Machados.

### **4- CLIMATOLOGIA**

Considerando os dados de séries plurianuais de precipitação, o valor médio para a região situa-se próximo dos 500 mm/ano, com forte concentração nos meses de Outubro a Abril.

Por outro lado, a análise dos dados de postos udométricos da região, pertencentes ao Ministério da Agricultura, apontam para um valor médio de precipitação da ordem dos 550 mm/ano, o que poderá reflectir a influência directa da altitude neste parâmetro.

Considerando as temperaturas médias diárias ao longo dos meses do ano, o valor médio anual situa-se nos 17°C, com máximos superiores a 25°C em Julho e Agosto, e mínimos inferiores a 10°C em Dezembro e Janeiro.

### **5- ESCOAMENTO HÍDRICO SUBTERRÂNEO**

Nestas condições climáticas, só uma conjugação de factores geológicos, estruturais e geomorfológicos, permite a constituição de aquíferos, cuja importância para o abastecimento público e particular, dos concelhos de Moura e Serpa, é inegável.

O escoamento hídrico subterrâneo desta região é dominado pela existência de um aquífero de tipo cársico-fissurado que se desenvolve entre Vila Verde de Ficalho e Moura (*Aquífero Moura-Ficalho*). Foram identificados outros aquíferos, de menores dimensões, subsidiários deste, representados na carta de aquíferos da figura 2:

*-Aquífero Moura-Brenhas*

*-Aquífero dos Calcários de Moura*

*-Aquífero da Ribeira de Toutalga*

É de salientar a existência de ocorrências hidrominerais na zona, nomeadamente a concessão Pisões-Moura e a concessão Santa Comba e Três Bicas, cuja origem se encontra em estudo.



É possível que venha a revelar-se uma nova concessão hidromineral (Banhos da Ferradura), já com tradição popular.

### 5.1- Aquífero Moura-Ficalho

Este é o principal e mais extenso aquífero da região, com uma área total da ordem de 177 Km<sup>2</sup>, da qual apenas 77 Km<sup>2</sup> correspondem a rochas carbonatadas. O suporte físico do aquífero é constituído por rochas carbonatadas do soco hercínico:

- dolomitos do Câmbrio inferior ("Dolomias de Ficalho");
- mármores calcíticos e calcários dolomíticos, por vezes com intercalações de meta-vulcanitos, do Ordovícico médio ("Complexo vulcano-sedimentar de Ficalho").

Os contornos representados na figura 2 correspondem a contrastes litológicos, entre as formações essencialmente carbonatadas do aquífero e as formações impermeáveis que as envolvem. Estes contrastes correspondem a diferentes tipos de contactos geológicos, que vão desde contactos geológicos normais (por subida ou descida na sequência litoestratigráfica), a que poderemos chamar "contactos litoestratigráficos", até aos contactos com rochas intrusivas, passando ainda por contactos tectónicos.

A espessura do aquífero parece ser bastante grande, sabendo-se agora que chega a atingir os 690 metros de profundidade, em Moura, e 400 metros de profundidade, a cerca de 1.5 Km a SE desta cidade, junto ao Casal de Santo André.

Este aquífero tem um comportamento cársico-fissurado, que embora se apresente livre em várias zonas, é na maior parte da sua extensão, um aquífero confinado. A permeabilidade reduz-se em profundidade, passando dos valores elevados característicos de um meio cársico a valores pequenos, característicos de um meio fissurado.

O fluxo subterrâneo actual tem na globalidade a orientação dos eixos da dobras, no sentido SE-NW, embora localmente se verifiquem situações diferentes e até inversas.

Na extremidade SE da serra de Ficalho, a direcção de fluxo chega a ser do quadrante oeste para o quadrante leste, em direcção à nascente de Rosal de la Frontera (Espanha). Na serra da Preguiça o escoamento subterrâneo faz-se de NW para SE, no sentido de uma das principais descargas naturais do sistema - nascente do Gargalão, a 2.5 Km a NE de Sobral da Adiça (figura 2), comprovado através de um ensaio de injeção de traçador.

Os excedentes da nascente do Gargalão, com um caudal da ordem dos 80 m<sup>3</sup>/h, são suficientes para conferirem um regime permanente à Ribeira de S. Pedro, o que vai constituir uma recarga permanente do Aquífero da Ribeira da Toutalga, embora este também seja recarregado, sazonalmente, pela Ribeira da Toutalga.

A característica geológica mais importante para a formação deste aquífero, com as particularidades que apresenta e as relações com os restantes sub-sistemas parcialmente dependentes, é sem sombra de dúvida, o sistema de falhas, que o limita a norte, relacionado com a falha da Vidigueira e em particular com a falha do Castelo.

Esta, é provavelmente parte integrante do "graben", aproveitado pelo troço final do Rio Ardila na sua confluência com o Rio Guadiana, que se comporta como barreira impermeável, evitando o que seria a tendência natural deste aquífero, isto é, descarregar junto à foz do rio Ardila (hipótese de trabalho inicialmente admitida). Esta falha, cujas evidências geológicas

apenas agora se começaram a detectar, deve ter tido uma movimentação tal que impôs uma barreira na estrutura que vem das Enfermarias até ao Castelo de Moura (situada a uma profundidade de 44.9 metros, sob a cobertura terciária). A sua continuação para NW deve corresponder aos afloramentos de calcários dolomíticos e de metavulcanitos que se situam junto da foz do Rio Ardila. Só admitindo esta barreira, que provavelmente resulta da tectonização e argilização das fácies de origem vulcânica do Câmbrio e do Ordovícico, se pode explicar que no interior do Castelo de Moura (a uma cota superior a +185 m) existam nascentes termais e que a sondagem efectuada neste local (*SD3Bicas1*), tenha, como se previa, artesianismo repuxante (recorde-se que a foz do Ardila se situa a uma cota +80 m).

Pensa-se que a situação descrita poderá constituir o elemento-chave para a explicação da profundidade excepcional que os fenómenos de carsificação atingem nesta zona, bem como para a comunicação hidráulica entre este aquífero e o da cobertura terciária que se lhe sobrepõe (Aquífero dos Calcários de Moura).

Como pode observar-se no mapa piezométrico deste aquífero (vide figura 2), os gradientes são pequenos na zona terminal do mesmo e as próprias variações sazonais de níveis também são pequenas, quando comparadas com as que se vêm medindo na zona de Vale de Vargo. Refira-se contudo que, mesmo aqui, não se observaram as oscilações sazonais características de um meio claramente cársico, pois as amplitudes máximas são da ordem dos 5 metros, o que é claramente inferior ao que se verifica noutros aquíferos instalados em formações litoestratigraficamente equivalentes (por exemplo no anticlinal de Estremoz).

As afirmações anteriores baseiam-se ainda, em larga medida, em observações mais ou menos regulares de níveis piezométricos, mas já se iniciou a instalação do equipamento de medição automática nos piezómetros construídos, o que possibilitará o estudo mais detalhado deste assunto.

Os meios que estão actualmente a ser instalados no terreno irão possibilitar uma reavaliação do volume total de recursos deste aquífero. O volume anual médio, anteriormente estimado em 27 hm<sup>3</sup> (COSTA, A.M., 1991), parece concordante com o facto de ainda se registarem caudais significativos na nascente do Gargalão (superiores a 45 m<sup>3</sup>/h) no verão de 1995. Nesta ocasião, no final de um ciclo de seca, mesmo algumas nascentes pequenas como a nascente de Messangil, ainda corriam.

Nesta situação extrema de seca, o controlo de níveis e caudais comprovaram algumas das dependências de aquíferos subsidiários, nomeadamente o Aquífero Moura-Brenhas.

A Ribeira de Brenhas, que normalmente era permanente, a partir do ponto em que recebe a linha de água proveniente da nascente das Enfermarias (caudal da ordem de 40 a 45 m<sup>3</sup>/h), deixou completamente de correr, em parte, por falta de limpeza desta nascente. Como consequência, no Aquífero Moura-Brenhas:

- a) Houve um rebaixamento de níveis piezométricos de mais de 10 metros (passaram da cota +130 m para a cota +118 m), o que não há memória de alguma vez ter sucedido;
- b) Houve uma quebra no caudal da nascente da Defesa de São Brás, que passou dos 30 a 40 m<sup>3</sup>/h, para cerca de 15 m<sup>3</sup>/h, o que, mais uma vez, não há memória de alguma vez ter sucedido;
- c) Verificou-se a necessidade de construir novos furos de captação mais profundos, para substituir outros utilizados na agricultura.

Para a caracterização deste aquífero do ponto de vista hidráulico, realizaram-se diversos ensaios de bombagem a caudal constante, bem como os respectivos ensaios de recuperação. No quadro I sintetizam-se os valores de transmissividade e coeficiente de armazenamento estimados para as seguintes zonas:

- Fonte da Telha, onde chegam a ser bombeados cerca de 180 m<sup>3</sup>/h, durante vários dias seguidos, num só furo de captação, para o abastecimento público da cidade de Moura;
- Herdade de Machados, onde vários furos captam caudais da ordem dos 50 m<sup>3</sup>/h, durante a estiagem, para regadios;
- Mina da Preguiça, onde o respectivo poço da mina foi aproveitado como captação e equipado com uma bomba submersível, que para aquela altura manométrica (≈50 m), debita um caudal de 50 m<sup>3</sup>/h, para regadio;
- Fonte de Gargalão, onde um dos dois furos se encontra equipado com uma bomba submersível que, em períodos de ponta, explora um caudal aproximado de 80 m<sup>3</sup>/h, para o abastecimento público de Sobral da Adiça.

#### QUADRO I

Características físicas do aquífero Moura-Ficalho. Valores de transmissividade (T), em m<sup>2</sup>/dia e de coeficiente de armazenamento (S), resultantes de interpretação de ensaios de bombagem.

ZONA	LAT.	LONG.	T <sub>min.</sub>	T <sub>máx.</sub>	S	REGIME
Fonte da Telha	38°06' 40"N	7° 25' 30"W	3514	3532	-	Permanente
Herdade de Machados	38°04' 50"N	7° 24' 20"W	1121	1889	-	Transitório
Mina da Preguiça	38°02' 35"N	7° 18' 0"W	617	692	-	Transitório
Fonte de Gargalão	38°02' 10"N	7° 17' 0"W	887	1617	0.21	Transitório

Fizeram-se ainda ensaios na sondagem *SDM11*, que capta um nível profundo deste aquífero, a partir dos 396 metros de profundidade. Este ensaio foi feito a nível constante e com controlo do caudal escoado por artesianismo repuxante (Costa, A.M., 1988). O valor encontrado para a transmissividade deste nível foi da ordem de 20 a 30 m<sup>2</sup>/dia.

Na campanha de sondagens em curso, têm-se realizado diferentes tipos de ensaios de aquífero, com vista a obtenção de mais informação sobre os parâmetros hidráulicos do aquífero.

Do ponto de vista físico-químico as águas da região, em particular as deste aquífero, são bicarbonatadas cálcicas ou mistas cálcicas e magnesianas, relativamente duras e medianamente mineralizadas (resíduo seco a 180°C da ordem dos 550 mg/l). Em geral, o cálculo dos índices de saturação para as condições de temperatura e pH na colheita, permite concluir que são águas saturadas e/ou sobressaturadas em relação à calcite e à dolomite, o que não é estranho atendendo à natureza litológica do suporte físico deste aquífero.

É ainda importante referir que existe já um nível regional de nitratos relativamente elevado, com um valor médio de 25 mg/l, em 31 pontos de amostragem observados (valores variando entre 0 e 48 mg/l).

Relativamente aos níveis mais profundos deste aquífero, parece haver um aumento em sulfatos, acompanhado de uma diminuição em nitratos, especialmente a profundidades superiores a 300 metros, onde também se observam concentrações significativas em ferro (na sondagem *SDM11* chegaram a ser doseados 60 mg/l de ferro total, numa água com gás sulfídrico em libertação por descompressão).

## 5.2- Aquífero Moura-Brenhas

Trata-se de um aquífero livre a leste de Moura, que passa a um sistema confinado para norte, em direcção ao rio Ardila.

A recarga do sistema é feita a partir da Ribeira de Brenhas, que a leste de Moura é influente, relacionando-se com o aquífero principal, da forma anteriormente descrita.

Relativamente aos pontos de descarga, conhece-se uma nascente situada na Herdade da Defesa de S. Brás, junto à margem direita do Rio Ardila. O caudal médio anual desta descarga é superior a 30 m<sup>3</sup>/h, apresentando variações sazonais mínimas em período de estiagem, apesar da reduzida área ocupada por este aquífero. Este facto resulta de existir normalmente uma recarga permanente.

É de salientar que um furo particular, situado na margem esquerda do Rio Ardila, debita permanentemente um caudal superior a 30 m<sup>3</sup>/h, por artesianismo repuxante. Existem ainda algumas captações particulares na zona em que este é um sistema livre, para o abastecimento de explorações agrícolas e pecuárias.

Num conjunto de captações na Horta da Cristina, a leste de Moura, foi possível efectuar ensaios de aquífero. Assim, realizou-se um ensaio com bombagem a caudal constante, com medições de níveis num piezómetro. Embora se tenha observado um efeito de barreira negativa, resultante do contacto dos calcários dolomíticos com níveis de metavulcanitos e xistos, foi possível interpretar o ensaio de bombagem em regime transitório, bem como a respectiva recuperação. Os parâmetros físicos estimados são:

- $272 = T = 400 \text{ m}^2/\text{dia}$ ;
- $5.10^{-2} = S = 8.10^{-2}$ ;

Trata-se por isso de valores normais para um aquífero cársico, livre. Em ensaios recentes de níveis mais profundos deste aquífero (profundidades da ordem dos 200 metros), obtiveram-se valores de transmissividades da ordem dos 70 m<sup>2</sup>/dia e águas com particularidades físico-químicas, ainda em investigação.

O volume de recursos envolvidos neste aquífero, não pode ser estimado por análise da evolução do caudal ao longo do período seco do ano, porque, mesmo nessa ocasião, não existe regime não influenciado, conforme se referiu a propósito da recarga do sistema. Com os dados de níveis que se irão obter do piezómetro que vai ser construído a partir da sondagem *SHSantoAntónio1* e do controlo do caudal da Ribeira de Brenhas, será possível utilizar as ferramentas matemáticas adequadas para esta avaliação.

A qualidade físico-química desta água também reflecte a origem da maior parte da recarga do sistema. São águas bicarbonatadas mistas cálcicas e magnesianas, com mineralizações geralmente elevadas em relação ao espaço percorrido subterraneamente neste aquífero (Resíduo seco 650 mg/l), com quantidades apreciáveis de iões cloreto e nitrato. Em geral atingem-se mineralizações superiores às do próprio Aquífero Moura-Ficalho, especialmente durante a estação seca, assim como uma maior contaminação por nitratos. Os valores de nitratos variam entre 24 e 82 mg/l. Em níveis mais profundos, estas características parecem ser algo diferentes, como foi anteriormente referido.

### **5.3- Aquífero dos “Calcários de Moura”**

Trata-se de um aquífero superficial, mas confinado. A permeabilidade resulta das heterogeneidades texturais dos "Calcários de Moura" e da respectiva fracturação.

Os valores de transmissividade calculados através de ensaios de bombagem (COSTA, A.M., 1990) e o inventário de pontos de água efectuado, denunciam valores baixos de permeabilidade e uma elevada heterogeneidade do meio. Assim, o valor que se afigura admissível para o coeficiente de armazenamento é  $8.10^{-5}$ , enquanto a transmissividade é bastante variável, mas geralmente inferior a  $40 \text{ m}^2/\text{dia}$ .

Neste enquadramento, é natural que as captações particulares que exploram este aquífero sejam pouco produtivas (geralmente inferiores a 2 l/s). No entanto, o facto de serem captações pouco profundas e de os correspondentes níveis piezométricos se situarem próximos da superfície, tornam este aquífero interessante para algumas indústrias, rega de pequenas hortas e abastecimento doméstico.

A recarga deste sistema faz-se, essencialmente, pela respectiva base, a partir do Aquífero Moura-Ficalho.

A qualidade físico-química desta água é, no que respeita à potabilidade, relativamente má. Tratam-se de águas bastante mineralizadas, chegando a ultrapassar 1 g/l de resíduo seco a  $180^\circ\text{C}$ . A predominância do ião bicarbonato nas águas medianamente mineralizadas do aquífero de Moura-Ficalho é, em alguns pontos deste aquífero, substituída pela predominância do ião cloreto. Este incremento nos iões  $\text{Cl}^-$  e  $\text{Na}^+$  pode ter duas origens:

- Mistura com águas resultantes da concentração de sais a partir de águas meteóricas infiltradas nos Calcários de Moura;
- Contaminação a partir de unidades industriais que utilizavam salmouras.

### **5.4. Aquífero da Ribeira da Toutalga**

Este aquífero tem como suporte litológico a cobertura cenozoica que se desenvolve na zona de confluência das ribeiras de São Pedro e da Toutalga.

Do conjunto das captações do Monte do Matum, que captam este aquífero, foi possível observar fragmentos de "carotes" encontradas próximo destes, que indicam o atravessamento de uma cobertura terciária dominada pela existência de clastos, no seio de uma matriz e cimento de natureza carbonatada e/ou argilosa.

É um aquífero confinado, intimamente ligado à recarga proveniente das ribeiras da Toutalga e de S. Pedro.

A ribeira de S. Pedro, embora com uma bacia hidrográfica muito menor, tem um regime permanente, enquanto a ribeira da Toutalga é temporária. A situação descrita resulta do facto de a ribeira de S. Pedro receber a água da maior descarga natural do aquífero de Moura-Ficalho (nascente do Gargalão).

Esta ribeira torna-se desde logo influente nas cascalheiras aluvionares do seu leito, que por sua vez têm comunicação hidráulica com os materiais da cobertura cenozoica.

As únicas descargas conhecidas, são três dos quatro furos do Mte do Matum, que debitam por artesianismo repuxante um caudal global de 1,5 l/s. Pensa-se que existem descargas naturais na Ribeira da Toutalga.

As semelhanças físico-químicas entre as águas destes furos e a água do Aquífero Moura-Ficalho, aliado à diferença de potenciais hidráulicos, respectivamente +170 m e +190 m, são concordantes com o modelo hidrogeológico sugerido.

O facto de haver maior variabilidade sazonal dos parâmetros físico-químicos da água, comparativamente ao aquífero Moura-Ficalho, deve estar relacionada com a dupla origem da recarga do aquífero, águas de origem meteórica e águas provenientes do aquífero Moura-Ficalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, A.M.G. & ALVES, C. - “Nota sobre os depósitos terciários de Moura”. *Finisterra*, **5**, 1970.
- CARVALHOSA, A. - “Contribuição para o conhecimento geológico da região entre Portel e Ficalho (Alentejo)”. *Mem. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, N.S., nº**11**, 1965, 130pp.
- CARVALHOSA, A. - Notícia explicativa da folha 44-CD - Vila Verde de Ficalho. *Serv. Geol. de Portugal*, Lisboa, 1968, 23 pp.
- CARVALHOSA, A. & CARVALHO, A.M.G. - Notícia explicativa da folha 43-B - Moura. *Serv. Geol. de Portugal*, Lisboa, 1970, 30 pp.
- COSTA, A.M. - “Características hidrogeológicas dos principais afloramentos de rochas carbonatadas do substrato hercínico no Alentejo”. *Congresso sobre o Alentejo*, Assoc. Municípios de Beja, **II**; 1985, pp 657- 665.
- COSTA, A.M. - “Ensaio de um aquífero profundo próximo de Moura, utilizando uma sondagem com artesianismo repuxante”. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, t. **74**, Lisboa, 1988, pp. 29-34.
- COSTA, A.M. - “Sistemas aquíferos da região de Moura”. *Comun Serv. Geol. de Portugal*, t **77**, Lisboa, 1991, pp. 133-146.
- COSTA, A.M. - “Características hidrogeológicas dos «Calcários de Moura»”. *Comun Serv. Geol. de Portugal*, t **78**, fasc.1, Lisboa, 1992, pp. 3-11.
- COSTA, F.E., - Notícia explicativa das folhas 7 e 8 da Carta Hidrogeológica de Portugal na escala 1/200.000. *IGM*, Lisboa, 1994.

- FEIO, M. - “A evolução do relevo do Baixo Alentejo e Algarve”. *Com. Serv. Geol. Portugal*, **32**, Lisboa, 1951.
- OLIVEIRA, J.T. (Coord.) - Folha 8 da carta geológica de Portugal na escala 1/200.000. *Serv. Geol. de Portugal*, Lisboa, 1991.
- OLIVEIRA, J.T., OLIVEIRA, V. & PIÇARRA - “Traços gerais da evolução tectono-estratigráfica da Zona de Ossa-Morena, em Portugal”. *Cuadernos Lab. Xeolóxico de Laxe*. Vol. **16**, Coruña, 1991, pp. 221-250.
- PIÇARRA, J.M. - “Descoberta de graptólitos silúricos em liditos da Formação dos «Xistos de Moura», Maciço de Évora-Beja: Implicações tectono-estratigráficas”, in *Resumos da XI Reunião sobre a «Geologia do Oeste Peninsular»*, Huelva, 1991., pp. 34-35.