

MONITORIZAÇÃO DOS AQUÍFEROS DA REGIÃO DE MOURA-FICALHO

sondagens, construção e equipamento de piezómetros

A. M. COSTA⁽¹⁾; A. C. DILL⁽²⁾; I. MÜLLER⁽³⁾, V. OLIVEIRA⁽⁴⁾

RESUMO

No âmbito do Projecto de Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo (ERHSA), coordenado pela Comissão de Coordenação do Alentejo e com a participação do IGM, da U.Évora, do INAG e da DRA Alentejo, têm sido desenvolvidas diversas acções de cariz hidrogeológico, nas regiões em que o IGM intervém.

Com o presente trabalho pretende-se apresentar algumas técnicas utilizadas na região de Moura-Ficalho, confirmando e detalhando diversos aspectos relacionados com o modelo hidrogeológico conceptual da região, tema este a desenvolver noutra comunicação (Sistema Aquífero Moura-Ficalho).

São também apresentados alguns dos métodos que têm sido utilizados, especialmente nos domínios da prospecção geofísica e das sondagens, com o objectivo de proceder à instalação de redes de monitorização da quantidade/qualidade dos aquíferos.

Além das diferentes técnicas de prospecção hidrogeológica em execução e das características dos piezómetros construídos e a construir, é caracterizado todo o equipamento de controlo de níveis, assim como, de precipitação, de caudais e de humidade da água no solo.

Toda a informação será integrada num Sistema de Informação Geográfica, com o apoio de uma base de dados, ferramenta necessária à modelização matemática dos aquíferos.

São destacadas, ainda, algumas intervenções efectuadas, no sentido de eliminar situações gravosas ao nível dos aquíferos da região em causa, que já se traduziram em benefícios reais e efectivos para a preservação dos recursos hídricos subterrâneos e para a sua exploração racional.

Palavras-Chave: Aquífero, geofísica, sondagem, piezómetro, métodos electromagnéticos, artesianismo, potencial hidráulico, permeabilidade, furo de captação, nitratos.

(1) Geólogo Assessor do Instituto Geológico e Mineiro, Portugal.

(2) Professora Auxiliar da Universidade do Algarve (UCTRA), Portugal.

(3) Professor Associado da Universidade de Neuchâtel (CHYN), Suíça.

(4) Investigador Coordenador do Instituto Geológico e Mineiro, Portugal.

1 - INTRODUÇÃO

A região de Moura-Ficalho já foi objecto de outra comunicação intitulada **SISTEMA AQUÍFERO MOURA-FICALHO**, onde é descrito o modelo conceptual de funcionamento hidrogeológico. Pretende-se agora apresentar a metodologia adoptada para estabelecer a rede de monitorização piezométrica e de qualidade, que incluiu diversos métodos de prospecção geofísica, sondagens de prospecção hidrogeológica, instalação e equipamento de piezómetros.

Esta metodologia está a ser aplicada e desenvolvida não só nesta região mas também no sistema aquífero Estremoz-Cano, no âmbito do Projecto de Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo (PERHSA), onde já foram realizadas 11 sondagens que brevemente serão equipadas, para fazerem parte da rede de monitorização deste sistema.

Com este projecto, espera-se desenvolver ferramentas de apoio à gestão dos recursos hídricos de todo o Alentejo e, simultaneamente, constituir uma base sólida de apoio ao planeamento regional, no que respeita à problemática da água.

O Projecto prevê ainda acções concretas de apoio técnico aos utilizadores das águas subterrâneas, susceptíveis de contribuir para uma exploração mais racional dos recursos.

2 - PRINCIPAIS LINHAS DE ACÇÃO EM CURSO

O IGM está a envolver muitos meios técnicos e humanos dos seus diferentes sectores e de entidades exteriores ao Instituto. As principais linhas de acção neste momento em curso, no que se refere à aquisição de dados, incidem sobre os domínios da geofísica e das sondagens. No tratamento dos mesmos, a orientação que está a ser seguida vai no sentido da utilização de modelos matemáticos (geoestatísticos, de simulação de fluxo e hidrogeoquímicos) e de SIGs (Intergraph e ArcInfo) com base de dados ORACLE. O objectivo final será a implementação de modelos tridimensionais, o mais próximos possível da realidade hidrogeológica, que possam constituir ferramentas de apoio à gestão, em utilização conjunta com as redes de monitorização em instalação.

Além do referido, pretende-se colaborar com as diversas entidades envolvidas na exploração dos recursos hídricos subterrâneos desta região, com acções concretas que vão no sentido de contribuir para a racionalização da exploração e preservação dos recursos. Estas são aqui designadas como “Acções complementares”.

2.1 - Métodos geofísicos

Estes métodos têm produzido resultados relevantes no que concerne à determinação da geometria dos aquíferos, das heterogeneidades e anisotropias de permeabilidade a 2D e 3D, que são fundamentais na correcta localização das sondagens de prospecção hidrogeológica e na distribuição espacial dos piezómetros.

Nos termos de um protocolo de colaboração entre o IGM e o ITC (International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, de Delft), esta região tem sido alvo das campanhas de geofísica, que este organismo tem desenvolvido anualmente em Portugal, atendendo à complexidade geológica e hidrogeológica. Assim têm sido utilizados métodos eléctrico-resistivos clássicos (sondagens eléctricas verticais e perfis de resistividade aparente), também alguns métodos electro-magnéticos (EM 31, VLF), gravimétricos e perfis sísmicos. É

ainda no âmbito deste protocolo que foram testados recentemente nesta zona novas técnicas de prospecção hidrogeológica SGW-NMR.

Também têm sido utilizados alguns levantamentos, sobretudo gravimétricos, feitos pela Divisão de Geofísica do IGM, o que já levou ao planeamento de mais alguns perfis, com vista a confirmar a geometria do substrato hercínico, sob a cobertura terciária, na área junto a Pisões.

Já foram iniciados alguns perfis de VLF-EM e de RMT-R, na zona da Fonte da Telha, que se tencionam estender a toda a área de estudo. Este trabalho tem sido levado a cabo, no âmbito de um protocolo de colaboração entre a UALG-UCTRA e o IGM, com a colaboração e apoio da Prof. Amélia Carvalho Dill e do Prof. Imre Müller (do Centre de Hydrogeologie de l'Université de Neuchâtel - CHYN).

O local destes trabalhos situou-se junto dos furos de abastecimento a Moura, onde se admite que a transmissividade chegue a atingir 3500 m²/dia. Não restam dúvidas de que se trata de um local em que há grandes heterogeneidades de permeabilidade.

Na figura 1 apresenta-se a localização dos perfis de VLF-EM efectuados e o mapa de isovalores de quadratura-Hs/Hp (%), feito por triangulação directa.

Independentemente do facto de se pretender cruzar esta informação com outros dados, e utilizar diversos métodos geoestatísticos, quer no cruzamento da informação quer na interpolação dos valores, é evidente a consistência entre os perfis nº 1, 2 e 3 na localização de uma área de fortes anomalias negativas (*vide* figura 2).

Os perfis de RMT-R, localizados na figura 3, também indicam que o local é muito heterogéneo e os valores de resistividade aparente, calculados com um programa de inversão, são frequentemente baixos (*vide* figura 4).

Do ponto de vista geológico pode afirmar-se que existem indícios que confirmam algumas das anomalias detectadas no perfil Fonte 1 (figura 2), que se atribuem a falhas. Assim, a primeira anomalia situada próximo dos 50 metros, bem como outra situada próximo dos 220 metros, devem reflectir duas importantes falhas que se observam no terreno. Continuando no mesmo perfil, deve existir outra falha próximo dos 550 metros, mas que não foi possível confirmar no terreno, e um contraste litológico (eventualmente com falha) próximo dos 700 metros. Neste último caso esta anomalia deve corresponder ao início das formações de cobertura cenozoicas que aí ocorrem.

Destes primeiros resultados, obtidos ainda com um equipamento precursor do actual protótipo que existe no IGM, pode concluir-se que:

a) É um método geofísico expedito, sensível às heterogeneidades sub-verticais, relacionadas com contrastes de resistividade aparente, sejam elas falhas ou contactos litológicos;

b) O equipamento disponível no IGM, com o aperfeiçoamento de orientação automática da antena, constitui uma ferramenta útil na obtenção de dados susceptíveis de serem cruzados com outro tipo de informação, para a análise da variabilidade espacial de permeabilidades;

c) Para a cobertura de vastas áreas, é necessário incrementar a precisão do método de posicionamento GPS que se tem utilizado. Deverá ser utilizado um sistema de posicionamento por GPSD (Global Positioning System-Differential), em conexão com um sistema electrónico de aquisição de dados, ao qual se possa ligar simultaneamente o equipamento de VLF-EM. Nestas condições, cada valor medido terá o correspondente valor de coordenadas que, após correcção diferencial, em pós-processamento, permitirá uma precisão submétrica;

d) Com o posicionamento em GPSD e com a utilização de um novo "software" desenvolvido no âmbito da tese de doutoramento do Doutor Wilhelm Stiefelhagen, no CHYN, pensa-se que será possível a preparação, durante o próximo ano, de cartas de resistividade

aparente, susceptíveis de serem utilizadas em SIGs para análise da variabilidade espacial dos parâmetros físicos dos aquíferos.

Figura 1:
Fonte - Perfis VLF-EM e Mapas de Isolinhas de Hs/Hp (%)

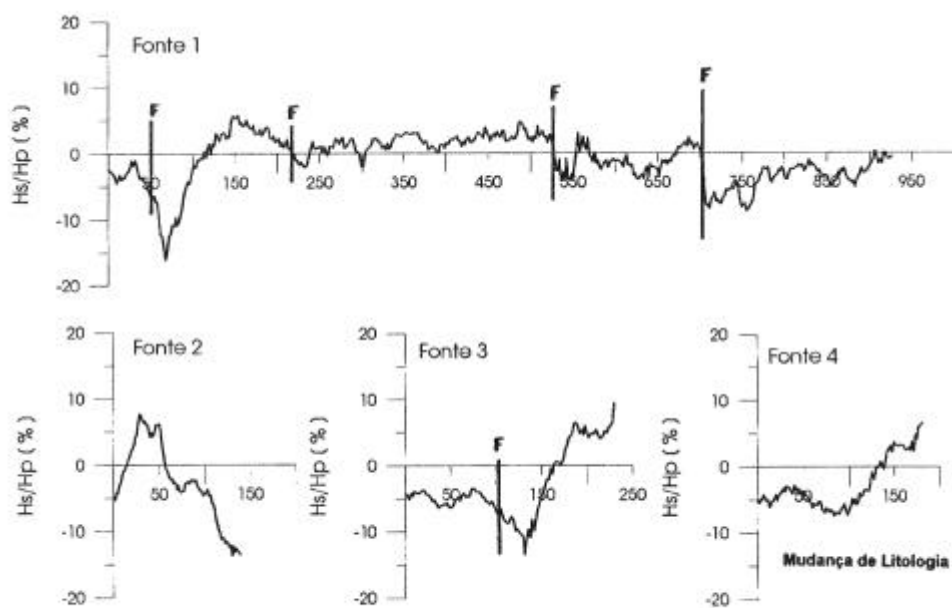
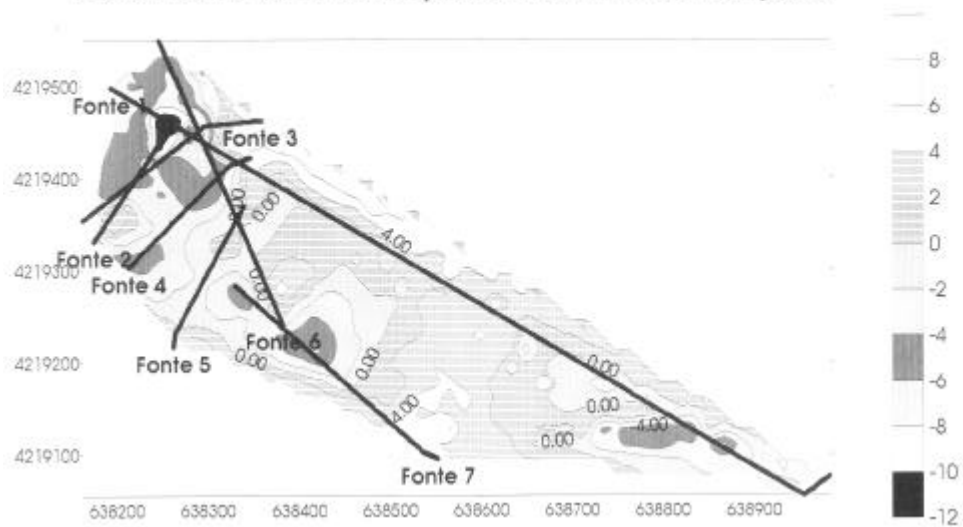


Figura 2

Figura 3: Mapa de isolinhas de Hs/Hp (%) e Perfis RMT-R

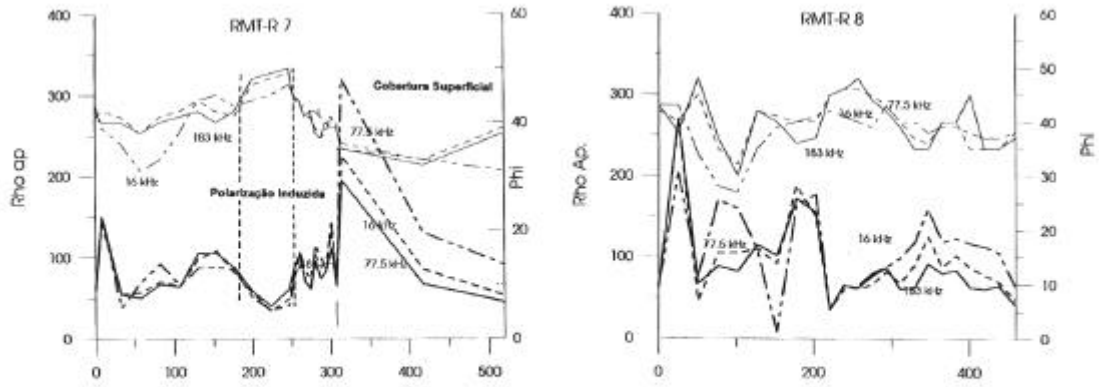
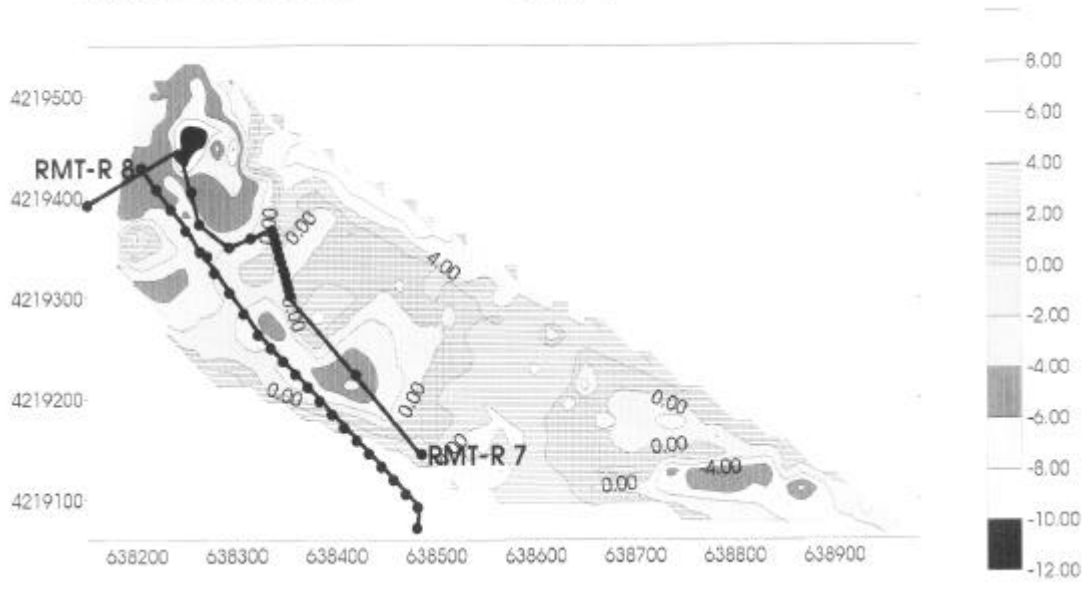


Figura 4: Perfis RMT-R

2.2 - Sondagens, construção e equipamento de piezómetros

Um dos objectivos das sondagens mecânicas, é a construção de piezómetros, que irão integrar as redes de monitorização, de níveis e de qualidade, a instalar em cada aquífero. Simultaneamente pretende-se obter o máximo de informação susceptível de ser utilizada na reconstituição tridimensional dos aquíferos, no que respeita à geometria, litologia, fracturação, caracterização hidráulica e hidrogeológica.

A equipa que actua na presente área de estudo, procede sistematicamente ao controlo hidrogeológico das sondagens, ao nível das perdas de fluido de circulação, variações de níveis, ensaios de caudal por sistema de “air lift”, recolha de amostras de água e determinação de parâmetros físico-químicos *in loco*. Com estes procedimentos pretende-se assegurar uma adequada caracterização de cada piezómetro.

No esquema da figura 5 estão representados os aquíferos que constituem o sistema de Moura-Ficalho, a localização das sondagens efectuadas (ver quadro 1) e os piezómetros em observação.

Foram realizadas quatro sondagens à rotação com carotagem contínua, correspondendo a um total de 1138.71 metros de perfuração. Os terrenos atravessados e amostrados correspondem ao Terciário, com as fácies carbonatada e detrítica do Miocénico e do Paleogénico, e ao Ordovícico e Câmbrico, com as suas fácies carbonatada e vulcânica. Também foram intersectados alguns metros das fácies pelíticas do Silúrico e do Pré-câmbrico.

Quadro 1

Localização e características gerais dos trabalhos efectuados na região de Moura-Ficalho.

Sondagem	Aquífero	Coordenadas (m)		Cotas(m)	Profundidade (m)	
		M	P		Sond.	Piezómetro
<i>SD 3Bicas1</i>	Moura-Ficalho	259810	130550	186.3	716.24	283.30
<i>SH Monte Branco1</i>	Moura-Ficalho	259675	122515	195.0	86.00	86
<i>SH Moural</i>	Calcários de Moura	260100	130085	201.5	34.47	Negativa
<i>SH Santo António1</i>	Moura-Brenhas	261310	130870	148.5	302.00	em construção

Os diâmetros de perfuração utilizados variam com a profundidade mas, tem havido a preocupação de dimensionar as sondagens por forma a possibilitar a utilização de uma pequena bomba submersível para amostragem da água. É necessário atender ao enquadramento hidrogeológico de cada sondagem para determinar a profundidade a atingir com o diâmetro de 146 mm, para poder ser aplicada uma coluna inicial de 110 mm, onde possa ser instalada a bomba, passando depois ao diâmetro 63 mm em profundidade. Pensa-se que é importante este procedimento para recolha de amostras representativas do aquífero que se pretende monitorizar.

2.2.1 - *SD3Bicas1*

Localiza-se no interior do Castelo de Moura, junto à Nascente das Três Bicas, e atingiu a profundidade final de 716.24 m.

A perfuração foi realizada à rotação, com recuperação integral de testemunhos, e as amostras foram estudadas à medida que os trabalhos foram avançando, nomeadamente com a

colaboração dos Drs. Victor de Oliveira e João Matos. Na figura 6 é apresentada uma síntese da descrição litoestratigráfica da sondagem.

Do ponto de vista hidrogeológico, eram esperados diversos níveis aquíferos, como se pode observar no perfil hidrogeológico in Costa, A.M., 1991. Além da confirmação destas expectativas, uma vez que foram encontrados níveis aquíferos ao longo das formações ordovícicas e câmbricas, é agora possível afirmar que, neste local, a base do Aquífero Moura-Ficalho atinge os 690 metros de profundidade.

Atendendo às características esperadas, e no sentido de garantir o isolamento do nível aquífero da cobertura terciária (cujas base se situa aos 44.9 m), cimentou-se até aos 65.48 m. Como se esperava, o potencial hidráulico deste nível aquífero é inferior ao dos níveis intersectados no soco, que se revelaram repuxantes.

Os metavulcanitos do Complexo vulcano-sedimentar de Ficalho (Ordovícico), foram atravessados perpendicularmente à xistosidade predominante, evidenciada pelo bandado litológico resultante da transposição da estratificação (S_0) segundo a xistosidade (S_1). Atendendo ao facto de se tratar de uma sondagem vertical, esta característica, bem evidenciada pelas alternâncias de episódios vulcânicos mais ou menos ácidos, foi fundamental para se concluir que havia sido atingida uma zona axial de uma dobra. Pensa-se que deverá corresponder ao prolongamento da estrutura anticlinal das Enfermarias, sob o Terciário.

A descrição litoestratigráfica da sondagem consta da figura 6, mas o estudo da deformação está previsto ser desenvolvido, por geólogos estruturalistas do Laboratório de Investigação de Rochas Industriais e Ornamentais (LIRIO).

O primeiro nível aquífero intersectado no soco hercínico, situa-se entre os -86.6 e os -98.4 metros. Este nível corresponde a uma zona de falha, em que se encontram elementos de origem vulcânica e alguns elementos carbonatados. Em profundidade verificou-se a existência de vários níveis aquíferos, quer no ordovícico quer no câmbrico, até aos 690 m.

Uma vez que havia zonas instáveis na sondagem foi necessário proceder, com alguma celeridade, à sua transformação em piezómetro, mediante a aplicação de uma coluna de revestimento definitivo. As características principais do piezómetro construído também estão representadas na figura 6.

A decisão de fazer a cimentação da parte inferior da sondagem até aos 283.30 de profundidade foi tomada depois de analisados os resultados dos ensaios com sistema de *packers*, efectuado durante a semana de 19 a 23 de Agosto de 1997. O objectivo destes ensaios consistia em isolar troços de 5 metros de sondagem com o sistema de *packers* e fazer medições de potencial hidráulico ao longo da mesma vertical, pois havia indícios da existência de fluxos verticais. Um desses indícios consistiu na variação da concentração do ião nitrato em ensaios de bombagem por air lift, ao longo da perfuração. Atendendo às restrições impostas pelas profundidades, diâmetros e dispositivo utilizado, não foi possível fazer todos os ensaios que se desejava; contudo foi possível concluir que a permeabilidade diminui com a profundidade e que existem pequenas diferenças de potencial hidráulico, que podem ter resultado de interferências de captações.

Do cruzamento da informação obtida com outros dados, nomeadamente o controlo de níveis, de caudais do artesianismo e de parâmetros hidroquímicos, foi possível chegar a conclusões importantes que, por um lado confirmam e por outro pormenorizam, o modelo conceptual de funcionamento do aquífero. As principais conclusões são as seguintes:

- a) A base da Cobertura Terciária situa-se aos -44.9 m;
- b) As nascentes de Três Bicas e Santa Comba correspondem a emergências, no Terciário, de água com uma origem profunda, ao nível do substrato hercínico - Aquífero Moura-Ficalho (Costa, A. 1991);

Sondagem SD3Bicas-1

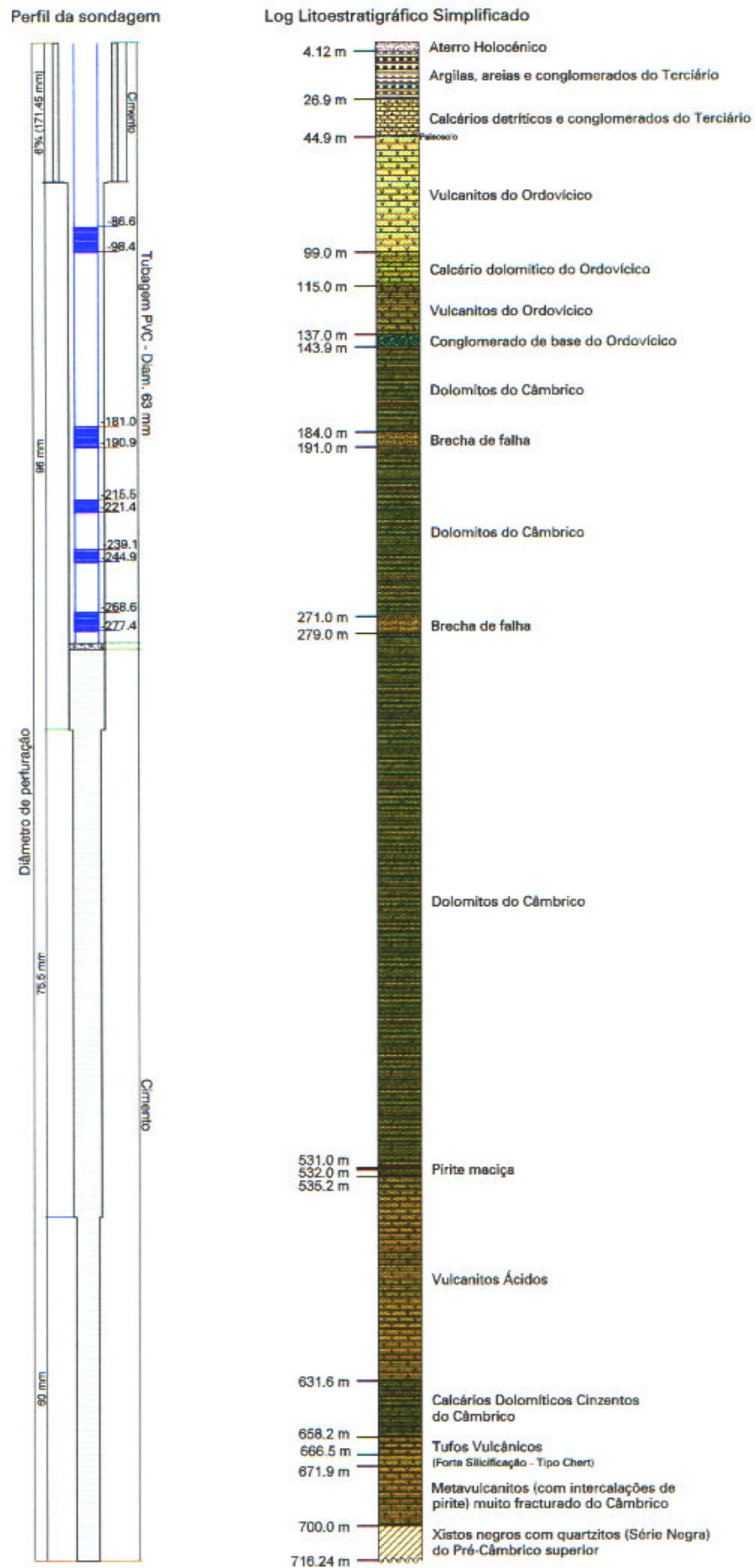


Figura. 6 - Perfil da sondagem e log litoestratigráfico simplificado da sondagem SD3Bicas-1. 9

- c) O Aquífero Moura-Ficalho, tem neste local uma espessura total da ordem dos 600 metros;
- d) Este local corresponde à zona axial da estrutura anticlinorial das Enfermarias;
- e) O aquífero é constituído por uma sucessão de níveis, com permeabilidade por fissuração e carsificação, entre as profundidades -86 e -690 metros;
- f) Os níveis aquíferos situam-se em metavulcanitos, calcários dolomíticos e dolomitos, pertencentes ao Complexo Vulcano-Sedimentar de Ficalho (Ordovícico) e às Dolomias de Ficalho (Câmbrico);
- g) Na área de Moura, assiste-se a um aprofundamento da circulação da água do Aquífero Moura-Ficalho, não parecendo haver níveis aquíferos isolados. O que acontece é que o próprio mergulho da estrutura anticlinorial das Enfermarias, associado à intensa actividade tectónica transversal, faz com que a água atinja maiores profundidades nesta zona, ficando o aquífero confinado pelos níveis de metavulcanitos superiores;
- h) A diminuição aparente do potencial hidráulico com a profundidade poderá relacionar-se fundamentalmente com a diminuição de permeabilidade, embora seja admissível algumas interferências que se vieram posteriormente a confirmar;
- i) A permeabilidade diminui em profundidade, como foi referido, pelo menos na ordem de grandeza de 10x;
- j) A água do Aquífero Moura-Ficalho é medianamente mineralizada, bicarbonatada cálcica ou cálcico-magnésiana, com uma presença quase generalizada do ião nitrato detectado nesta sondagem em profundidade;
- l) As concentrações de nitrato encontradas na água do piezómetro *SD3Bicas1*, em determinações feitas *in situ*, têm rondado os 30 mg/l, enquanto nas nascentes de Santa Comba e Três Bicas se têm encontrado valores ligeiramente superiores. A título de exemplo, no dia 6 de Novembro, mediram-se 29 mg/l na sondagem, e nas nascentes de Santa Comba e Três Bicas, 31 e 30 mg/l, respectivamente;
- m) Durante a perfuração e os ensaios com packers, o teor mínimo medido de nitratos foi 23 mg/l, o que deve corresponder aos níveis aquíferos mais profundos (profundidade maior do que 300 metros);
- n) As concentrações em nitrato e em sulfato variam inversamente, no sentido da diminuição da primeira e de aumento da segunda, com a profundidade, o que deve corresponder à passagem de um ambiente oxidante para um redutor;
- o) A temperatura, da ordem dos 22°C com que a água atinge a superfície, resulta directamente da profundidade de circulação da água nesta zona terminal do aquífero. Esta característica introduz algumas particularidades no quimismo da água, sobretudo ao nível dos elementos menores;
- p) Uma vez que o aquífero Moura-Ficalho tem um potencial hidráulico superior ao dos Calcários de Moura, que constitui uma cobertura bastante vulnerável a fontes de contaminação, a exploração daquele deverá ser feita por forma a evitar uma inversão nas relações de potencial, sob pena de comprometer a sua qualidade;
- q) No sector NW do Aquífero Moura-Ficalho, a construção de novos furos de captação só deverá ser autorizada:
- q1) após estudo prévio, com vista a prever situações que devam ser acauteladas (ligação de aquíferos, controlo de artesianismo);
- q2) deverá ser condicionada à comprovação da capacidade técnica da empresa construtora.

2.2.2 - *SDMonteBranco1*

A sondagem *SDMonteBranco1* também teve resultados importantes, pois confirmou a existência do Aquífero Moura-Ficalho, num local em que não afloram as rochas carbonatadas do Câmbrio e Ordovícico, por se encontrarem sob uma cobertura terciária de 27.85 metros. O terciário não possui níveis aquíferos, por ser essencialmente argiloso e argilo-margoso (ver log da figura 7).

Através de um ensaio de caudal por sistema de *air lift*, com controlo dos níveis, foi possível verificar que este local apresenta valores elevados de permeabilidade, a pequena profundidade (foi extraído um caudal estabilizado de cerca de 4 l/s com um rebaixamento de 2 metros). Com estes resultados, confirmaram-se as indicações fornecidas durante o último período de seca, baseadas em prospecção geoelectrica efectuada no local, sobre a existência de condições favoráveis ao reforço significativo do abastecimento público ao concelho de Serpa.

Foi construído o respectivo piezómetro, que já está neste momento equipado e em registo permanente de níveis.

2.2.3 - *SDMoura1*

A sondagem *SDMoura1* destinou-se à investigação do Aquífero dos Calcários de Moura e atravessou completamente as formações terciárias sem revelar qualquer nível produtivo. As amostras recolhidas constituem material de estudo para a interpretação das transferências de água entre este e o Aquífero Moura-Ficalho. É um aquífero muito heterogéneo, com contornos algo imprecisos, quase coincidentes com o perímetro urbano da cidade, o que condiciona a selecção de locais para as sondagens. Nestas condições não podem ser utilizados quaisquer métodos de prospecção geofísica, mas prevê-se a realização de outra sondagem e construção de piezómetro.

2.2.4 - *SHSantoAntónio1*

A sondagem *SHSantoAntónio1* situa-se no Outeiro de Santo António, num local estratégico para estudar os mecanismos de recarga do Aquífero Moura-Brenhas. A informação recolhida neste local, é fundamental para esclarecer a estrutura geológica, a actividade tectónica do sistema da falha do Castelo, e as suas relações com o processo de recarga do aquífero.

A sondagem, cujo log se encontra representado na figura 8, começou a intersectar níveis produtivos perto dos 40 metros de profundidade, como se previa. Os últimos dados disponíveis indicam que, foi intersectada uma abertura cársica, com cerca de 5 metros, aos 90 metros de profundidade, correspondendo ao nível de maior permeabilidade.

Esta sondagem possibilitou ainda as seguintes conclusões:

- a) O *Aquífero Moura-Brenhas* é constituído, predominantemente, por calcários dolomíticos do tipo “Olho de Mocho”;
- b) A base, neste local, situa-se à profundidade de 218 metros e é constituída por níveis de metavulcanitos intermédios e básicos;
- c) Neste local, existe uma sobreposição deste aquífero relativamente ao *Aquífero Moura-Ficalho*, intersectado aos 290.30 metros de profundidade, com níveis de rochas siliciosas do tipo cherte, que devem corresponder ao topo das dolomias de Ficalho (Câmbrio médio).

Naturalmente foi colocado um rolhão de calda de cimento injectada a 240 metros de profundidade, por forma a voltar a separar os dois aquíferos, reconstituindo as condições

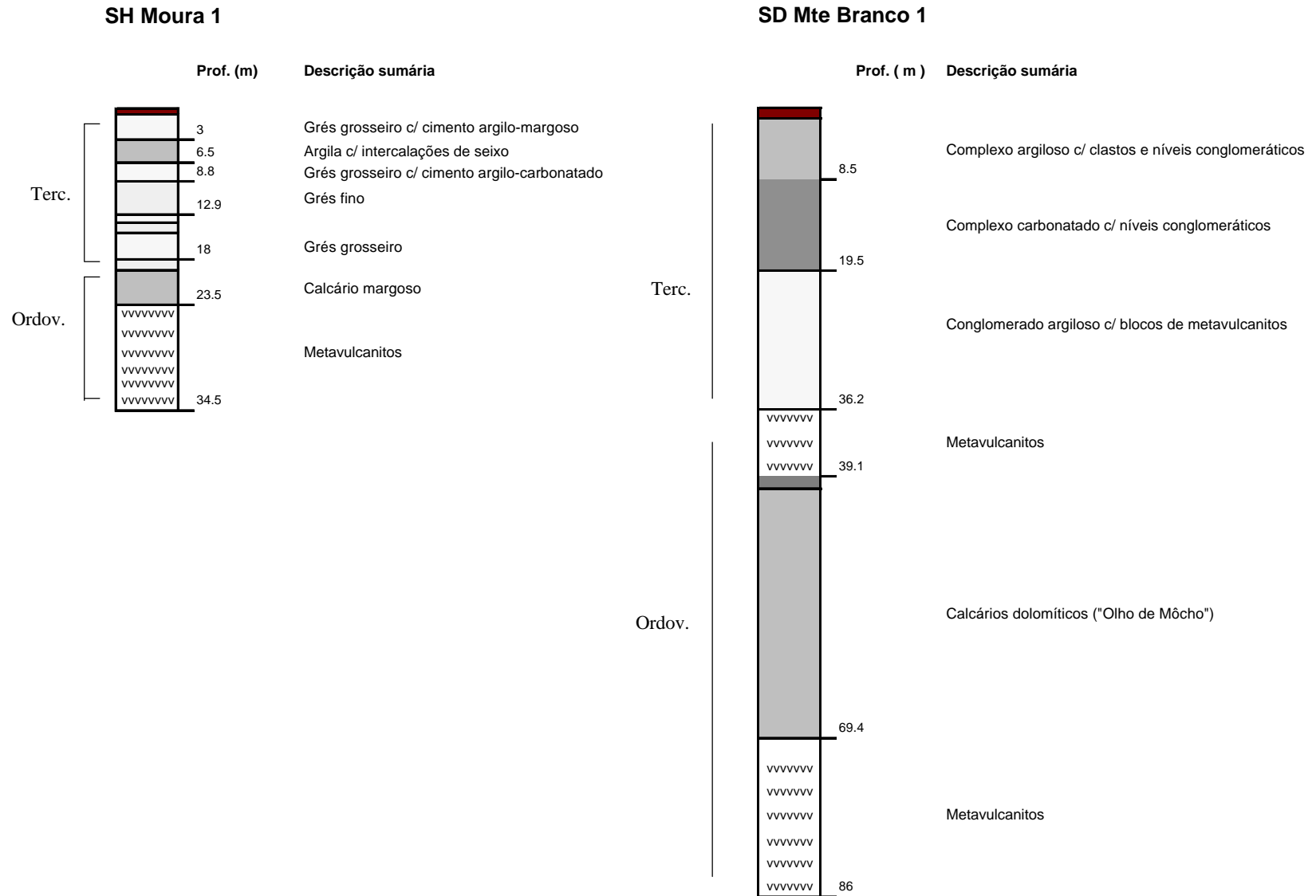


Figura 7 - Logs litoestratigráficos simplificados das sondagens SH Moura 1 e SD Monte Branco 1.

SH Sto ANTÓNIO 1

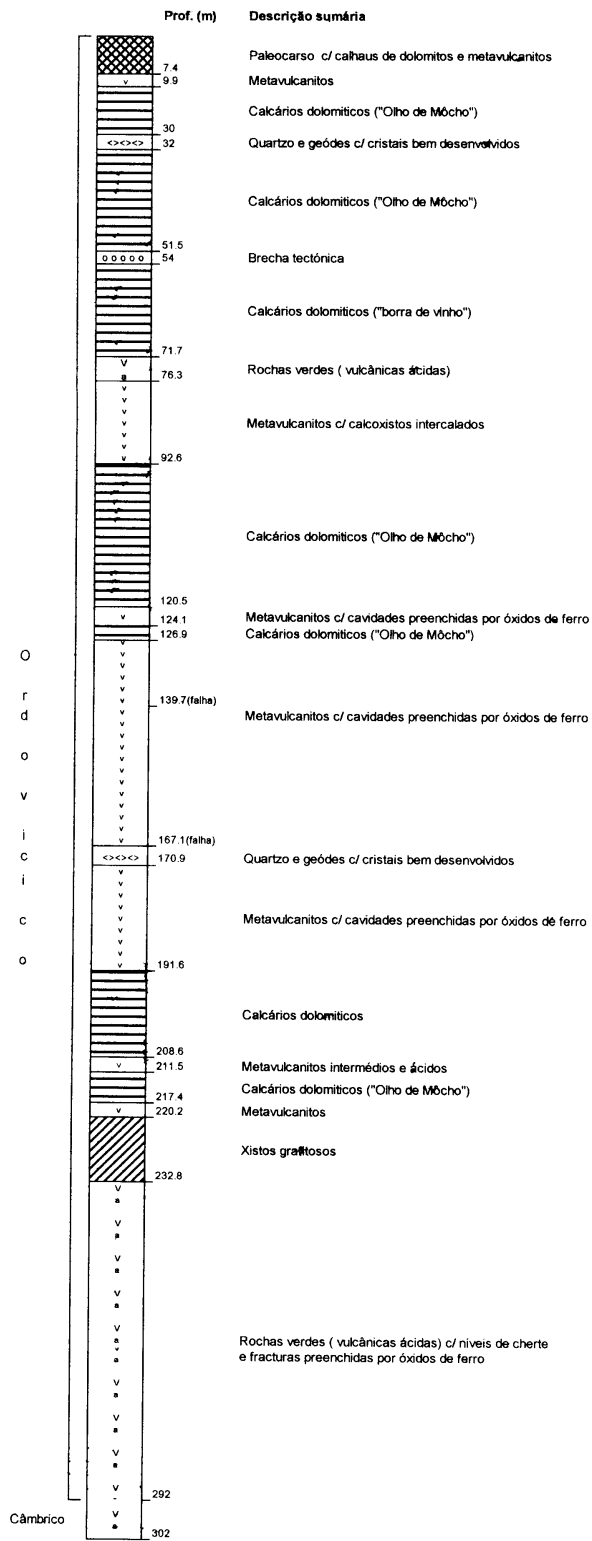


Fig. 8

naturais encontradas. Encontra-se em construção o piezómetro, com uma profundidade total da ordem de 103 metros, que irá monitorizar o *Aquífero Moura-Brenhas*.

2.3 - Equipamento de medição e registo de dados hidrogeológicos

Os piezómetros construídos estão equipados com sensores de pressão ligados a sistemas electrónicos de aquisição de dados destinados ao registo horário de níveis piezométricos. Encontram-se dimensionados para a colheita de amostras de água com uma bomba submersível para o controlo da qualidade. Pensa-se instalar eléctrodos de ião selectivo ligados a sistemas electrónicos de aquisição de dados, para investigação das variações temporais do ião nitrato, que assume no contexto regional teores relativamente elevados.

Estão ainda a ser aproveitados como piezómetros, dois furos, um dos quais pertencente à Câmara Municipal de Serpa, assinalado no esquema de localização da figura 5 (*VVargo*) e outro pertencente a um particular (*CCanas*).

O piezómetro *VVargo*, como o nome indica situa-se próximo da povoação de Vale de Vargo e foi o primeiro a ser equipado, registando níveis há mais de um ano. Encontra-se instalado junto deste, um udometro ligado a um sistema de aquisição de dados, igualmente com registos horários.

O piezómetro *CCanas*, cuja designação resulta do nome do local (Cerro das Canas), já esteve equipado, pretendendo-se agora instalar um sistema de aquisição de dados com vários sensores de níveis, de precipitação, de temperatura do ar e de humidade da água no solo.

Está prevista para o corrente ano a instalação de um caudalímetro na Ribeira de Brenhas, a jusante da área aflorante do *Aquífero Moura-Ficalho* e a montante da área do *Aquífero Moura-Brenhas*, para medição horária do escoamento superficial.

2.4 - Interpretação de dados

O registo contínuo dos parâmetros hidrogeológicos e hidrogeoquímicos, é fundamental no desenvolvimento e calibração de modelos.

Têm sido aplicados os modelos FEN, da autoria do Prof. Lazlo Kiraly, com os quais se procedeu à discretização do Aquífero Moura-Ficalho a 2D tendo-se iniciado a calibração em regime estacionário. Os resultados ainda não são conclusivos, visto que não foram modelizados os aquíferos subsidiários.

O facto deste aquífero ter uma espessura tão grande e, provavelmente, variável deve ser considerado na atribuição de valores de permeabilidade aos elementos bi-dimensionais. A estratégia neste momento, vai no sentido de incrementar "artificialmente" as permeabilidades nas áreas em que se pensa que o aquífero tem maior espessura.

Está prevista a utilização de modelos geoestatísticos e outros modelos matemáticos para a interpolação destes valores e a reconstituição tridimensional dos aquíferos, o que será efectuado em colaboração com o Centro de Valorização de Recursos Minerais (CVRM/IST).

Também já existem alguns dados hidrogeoquímicos, cuja interpretação se pretende fazer recorrendo à utilização de modelos específicos, no que se conta com a colaboração do Professor Costa Almeida (FCUL).

3 - ACÇÕES COMPLEMENTARES

O Projecto ERHSA prevê, embora necessariamente de uma forma genérica, outras intervenções que foram designadas por "complementares". Englobam-se aqui todas as acções que não podiam ser previstas no projecto inicial, mas cuja importância seria revelada pelo andamento dos trabalhos. Consideram-se nestas condições os trabalhos em curso com vista à

reactivação da exploração das Termas de Moura e a cimentação e controlo de um furo de captação com artesianismo repuxante.

3.1 - Termas de Moura

Atendendo ao interesse manifestado pelo antigo concessionário, a C.M. de Moura, foi celebrado um protocolo entre o IGM e a autarquia com vista à reactivação das termas.

A sondagem *SD3Bicas1*, os ensaios e as análises efectuadas no interior do Castelo de Moura, onde se situam as nascentes termais de Santa Comba e Três Bicas, que dão o nome à concessão, constituíram a principal fonte de dados para o Relatório de Progresso entregue à Câmara sobre o assunto.

Concluiu-se pela viabilidade do projecto e forneceram-se todos os dados técnicos necessários para o efeito. Caberá agora ao concessionário eliminar fontes poluidoras situadas no interior do castelo e promover o concurso para a construção da captação definitiva, de acordo com as especificações contidas no Caderno de Encargos preparado para o efeito. O concessionário contará com o apoio técnico do IGM em todo o processo que então decorrerá.

3.2 - Cimentação de um furo com artesianismo repuxante

O furo de abastecimento da fábrica de Alimentos Guadiana, em Moura, capta o Aquífero Moura-Ficalho numa zona em que este é confinado pelas formações da cobertura terciária. O local situa-se à cota aproximada de +175 m, pelo que a pressão da água na boca do furo era cerca de 1.5 bar. O caudal que se escoava era muito grande, cerca de 300 m³/hora e, apenas tinha sido possível aplicar uma cabeça de furo com mais de dois metros de altura e com várias torneiras para descarga da água. Deve salientar-se que esta cabeça foi fixa ao nível do solo e que, como o furo nunca tinha sido acabado de construir nas devidas condições, nunca podiam ser fechadas simultaneamente. A quantidade de água que desta forma era lançada na rede de esgotos era tal que a sua capacidade de adução ficava saturada, o que condicionava a descarga de efluentes de pequenas unidades industriais da zona. Além disso, nas vizinhanças da fábrica de Alimentos Guadiana, já se manifestavam problemas de instabilidade de muros, por saturação das formações argilosas do terciário.

Perante a solicitação de apoio para a resolução deste problema, a equipa de sondagens a operar nesta zona foi ao local e desenvolveu todas as acções, em colaboração com o proprietário, que conduziram ao controlo desta situação. Na figura 9 representa-se o resultado do trabalho efectuado e algumas interpretações possíveis de fazer na ocasião.

Este furo foi aberto em 1991 e desde então passou o último período de seca do Alentejo a desperdiçar avultados recursos. Neste momento a situação está perfeitamente controlada, sendo possível a captação do caudal pretendido até um máximo de 90 m³/hora, sem quaisquer esbanjamentos.

Ainda se pretende utilizar este furo para alguns ensaios com vista à avaliação da quantidade de água descarregada. Durante o processo de cimentação do furo, fizeram-se medições de níveis no piezómetro *SD3Bicas1* que evidenciaram a importância desta intervenção:

- a) O nível da água neste piezómetro situado a cerca de 1 quilómetro do furo, baixou 10 cm, na sequência do corte da cabeça de furo, em que a água passou a escoar-se livremente a 30 cm acima do solo;
- b) Na sequência da aplicação do empanque para posterior cimentação, o nível da água no mesmo piezómetro subiu 70 cm.

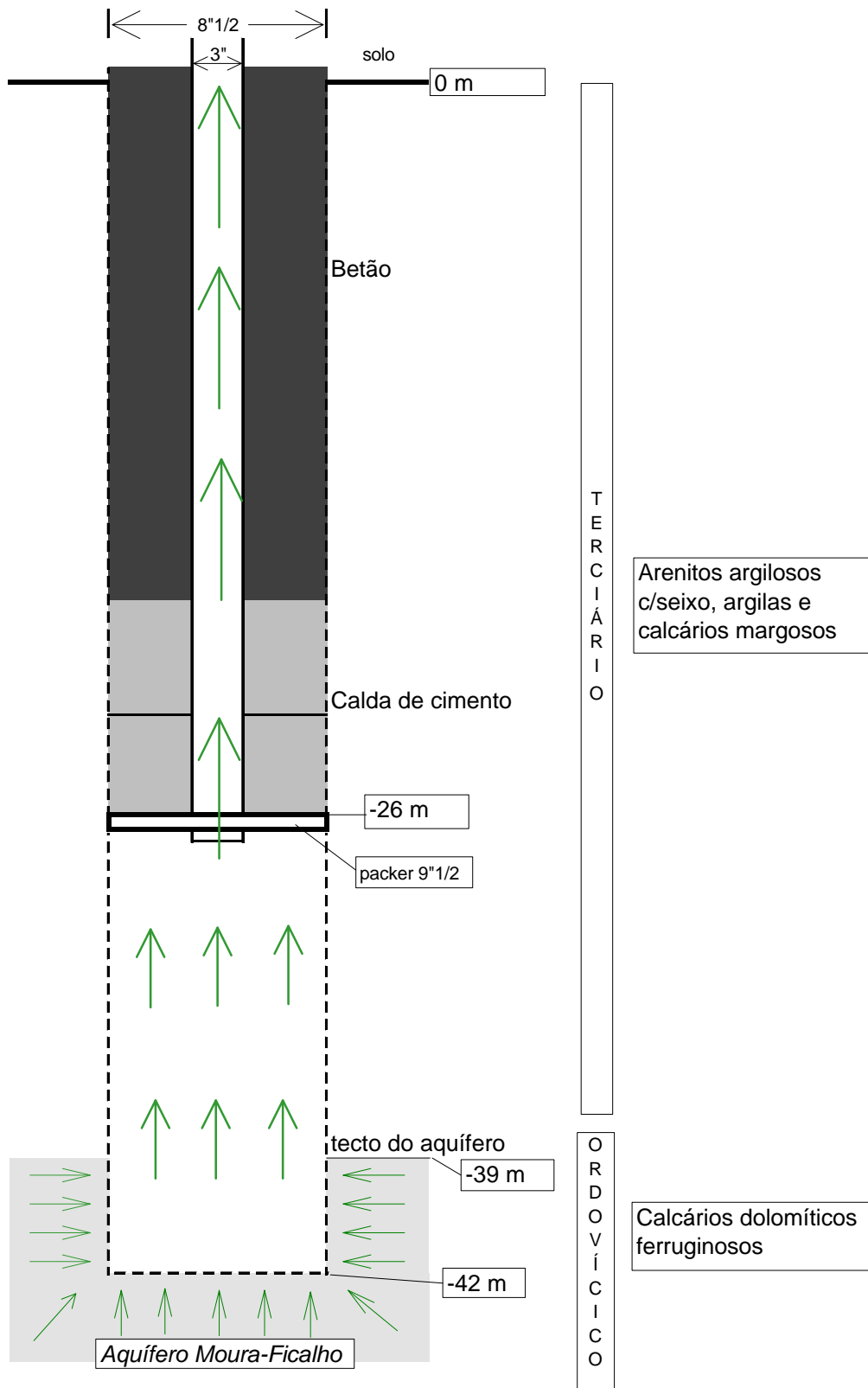


Figura 9 - Esquema da captação da fábrica de Alimentos Guadiana objecto de intervenção para controle de caudal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COSTA, A.M. - “Sistemas aquíferos da região de Moura”, in *Comun Serv. Geol. de Portugal*, t **77**, Lisboa, 1991, pp. 133-146.
- MÜLLER, I - Electromagnetisme, Introduction a la "Magneto-Tellurie" Artificielle en domaine de Frequence. Centre d’Hydrogeologie, Universite de Neuchâtel, Neuchâtel, Suíça.
- MÜLLER, I.; STIEFELHAGEN, W; ROUFAI, A. - “Réflexions sur les Resultats Obtenues par l’Enregistrement en Continue des Paramètres Geophysiques, Eléctromagnétiques (VLF-EM) et Magnétiques, pour l’Exploration Hydrogéologique des Aquifères Karstiques (Grotte de Milandre, Jura, Suisse)”, in *Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles*, Neuchâtel, Suíça, 1995, pp. 109 - 119.
- OLIVEIRA, V. M. J. - “Contribuição para o conhecimento geológico-mineiro da região de Alandroal-Juromenha (Alto Alentejo)” in *Estudos Notas e Trabalhos do S.F.M.*, **XXVI**, Porto, 1982, pp. 103-126.
- STEINER, T., CARVALHO DILL, A., SZARKA, L. ET MÜLLER, I. - “Comparative Studies of VLF-R and VLF-EM Geophysical Methods; 1-D and 2-D numerical modelling at the tracer test site Wilerwald (BE, Switzerland)”, in *Bulletin du Centre d’Hydrogéologie de l’Université de Neuchâtel*, n°. **11**, Neuchâtel, Suíça, 1992, pp. 97-112.
- STIEFELHAGEN, W. - *Radio Frequency Electromagnetics (RF-EM): Kontinuierliche messendes Breitband-VLF erweitert für hydrogeologische Problemstellungen*. CHYN, Neuchâtel, preliminary version of 19th June 1997.