

EXCERTO DO RELATÓRIO TÉCNICO

Sistema Aquífero dos “Gabros de Beja”

(região de Serpa)

Parte 4 – Caracterização e descrição

hidrogeológica – Hidrodinâmica

Eduardo Paralta

4 – Caracterização e descrição hidrogeológica – Hidrodinâmica

4.1 – Piezometria

À semelhança do que ocorre em Beja, também na região de Serpa os níveis hidroestáticos apresentam uma elevada dependência do modelado topográfico, como é normal em aquíferos livres pouco profundos.

A monitorização de níveis piezométricos em dezenas de pontos de água em Setembro de 1998, para definição dos sentidos de fluxo e gradientes hidráulicos do sistema está representada na carta de isopiezas da **figura 7**.

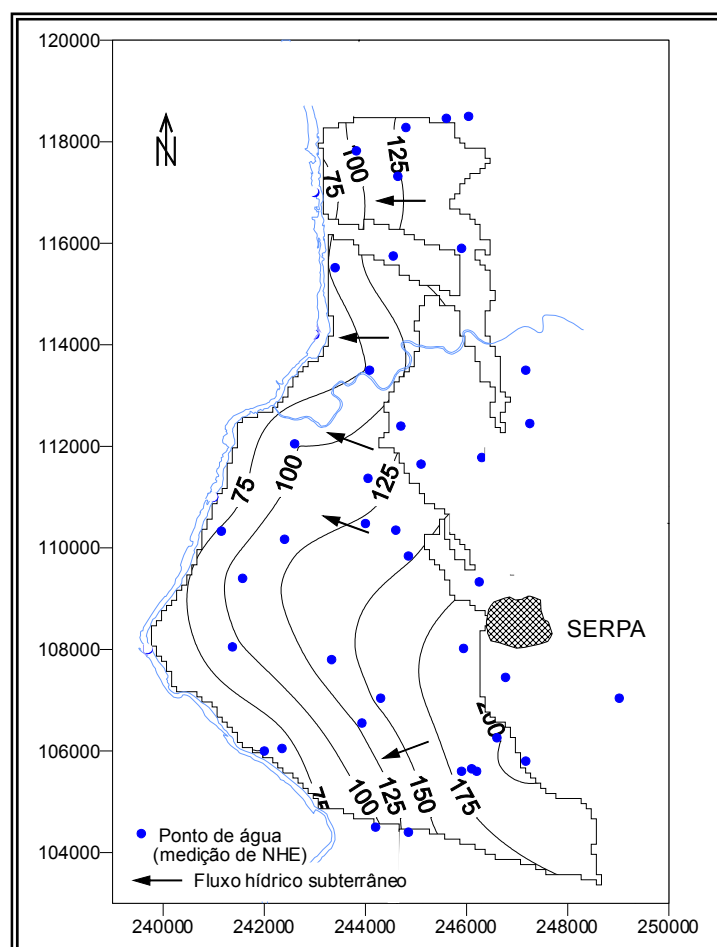


Figura 7 – Carta de isopiezas e sentidos de fluxo para o aquífero gabróico de Serpa

O sentido de escoamento subterrâneo acompanha a drenagem superficial, maioritariamente para oeste, com gradientes hidráulicos sucessivamente decrescentes, entre 2 e 4% (**figura 8**).

Esta unidade aquífera tem um comportamento efluente, com descarga para o rio Guadiana, que funciona como nível de base local á cota aproximada de 50 metros ou seja em termos hidráulicos para efeitos de modelação comporta-se como uma fronteira a potencial constante. Os pontos de medição piezométrica são representados na **figura 9**.

A cedência de água processa-se através de várias nascentes permanentes com dependência estrutural e também a partir de escoamentos difusos nas zonas de ruptura de pendor acentuado onde é normal surgirem charcas em época de águas altas.

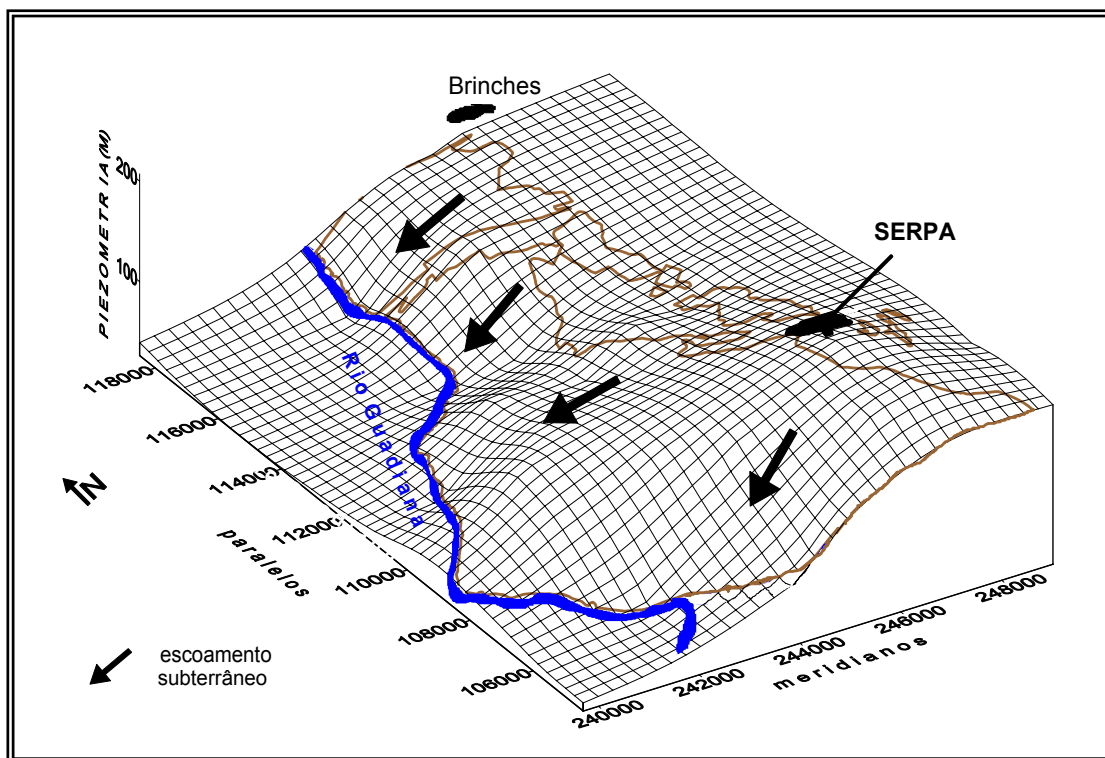


Figura 8 – Superfície piezométrica e sentidos de fluxo para o aquífero gibráltico da margem esquerda do Guadiana, a partir de medições de Setembro de 1998

A reduzida profundidade a que a água surge nestas formações alteradas, em especial nas zonas topograficamente mais deprimidas, permite o seu aproveitamento a partir de valas e charcas pouco profundas (**figura 10**), embora na época estival o nível piezométrico desca alguns metros, secando a maioria das charcas.

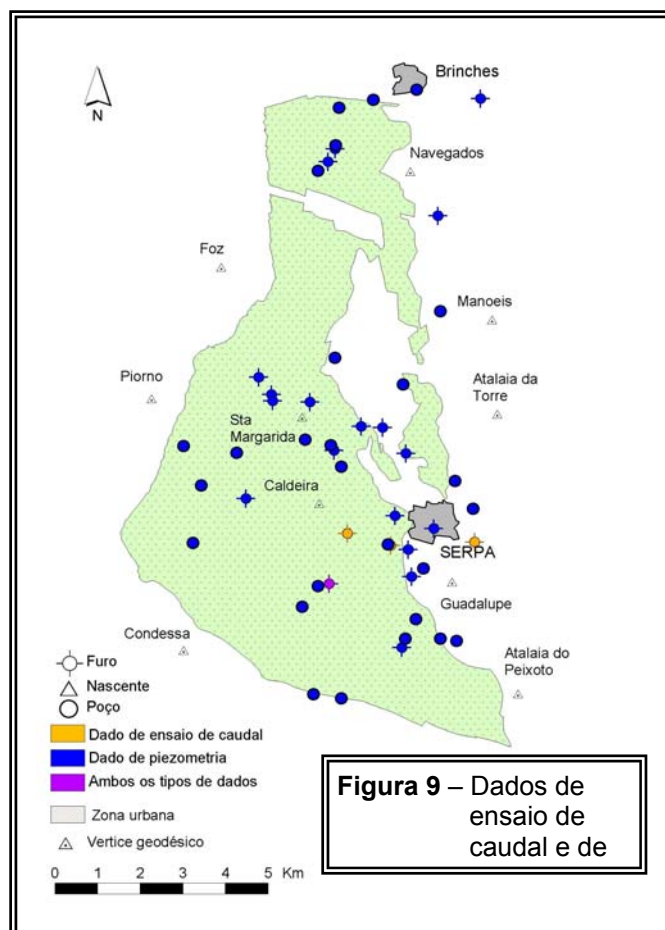


Figura 10 – Charca com 2 metros de profundidade e nível da água a 0.5 metros da superfície do terreno, em época de águas altas (2 Km a SW de Serpa)

4.2 – Prospeção geofísica

No sentido de testar e aperfeiçoar novas técnicas de prospecção geofísica com interesse para a pesquisa de estruturas geológicas favoráveis à ocorrência de água subterrânea foram aplicadas as seguintes metodologias :

- ▶ Very Low Frequency – Electromagnetic (VLF/EM)
- ▶ Diagramas eléctricos e nucleares em furos não revestidos

◆ Very Low Frequency – Electromagnetic

No sentido de localizar zonas potencialmente produtivas, associadas à fracturação, foi ensaiado um método de prospecção geofísica designado VLF-EM (Very Low Frequency - Electromagnetic) à semelhança das campanhas realizadas em Beja.

Resumidamente, o VLF-EM é um método que se baseia na interpretação das interferências provocadas pelas estruturas naturais (fracturação, falhas, contactos litológicos, paleorelevos, etc) no campo electromagnético primário, gerado por antenas fixas de longo alcance espalhadas um pouco por todo o mundo.

A quantificação do desfasamento entre o campo electromagnético primário e o campo electromagnético secundário, em percentagem, dá-nos indicações sobre as heterogeneidades do meio.

Apresentam-se seguidamente as figuras que definem os princípios teóricos do método de prospecção geofísica VLF/EM (**figura 11**) e o equipamento utilizado (**figuras 12 e 13**).

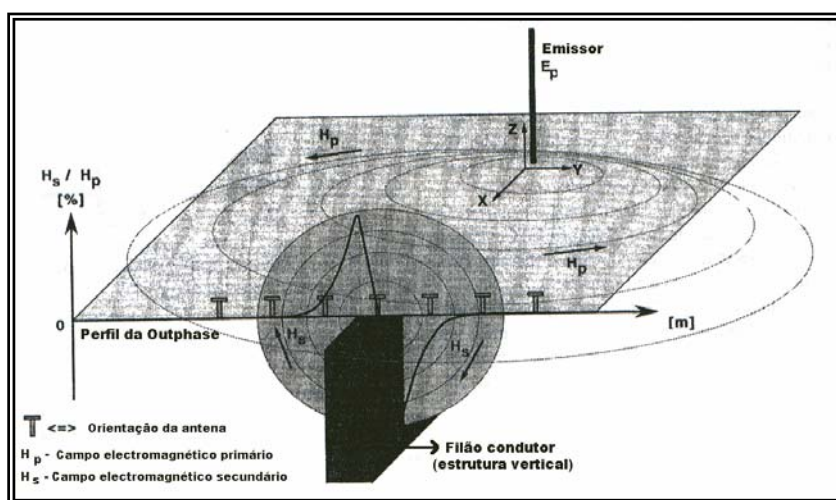


Figura 11 - Princípio teórico do método de prospecção geofísica VLF/EM

Utilizando um protótipo desenvolvido na Universidade de Neuchatel, que permite registar o desfasamento contínuo a partir de uma antena móvel instalada num veículo todo-o-terreno, realizaram-se vários perfis experimentais, com resultados bastante positivos.

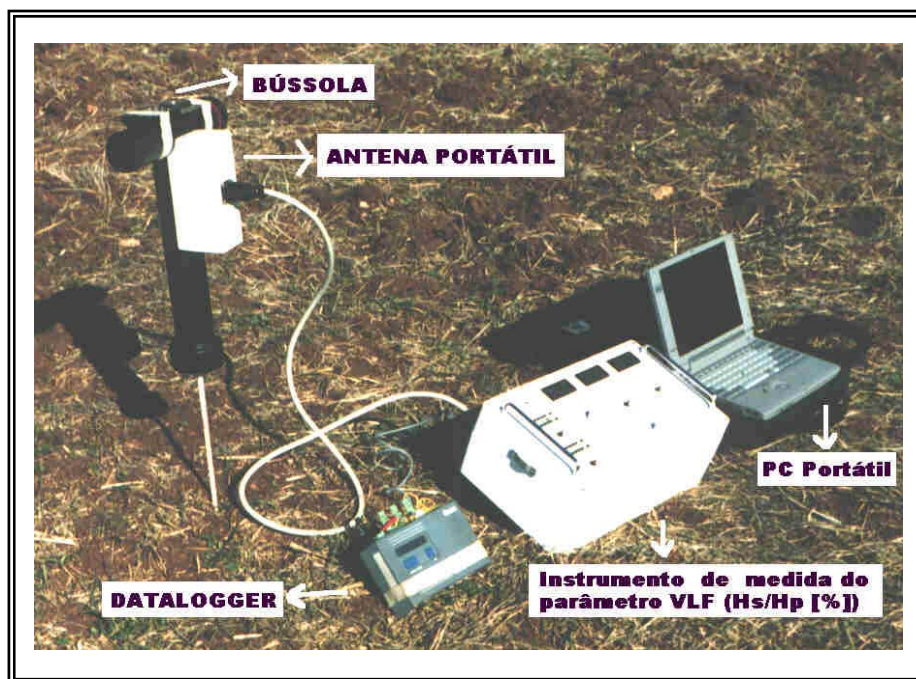


Figura 12 - Equipamento de VLF/EM móvel utilizado



Figura 13 - Equipamento de medição e registo do VLF/EM

A profundidade de investigação (P) atingida por este método depende da natureza do material, expressa pela resistividade aparente (ρ) e da frequência do emissor (f), segundo a expressão:

$$P = 503 \cdot \sqrt{\frac{\rho}{f}}$$

Para a frequência de 24 kHz (24000 Hz) utilizada e ρ entre 10 e 100 ohm.m obtêm-se uma profundidade máxima de investigação de 30 metros, suficiente para detectar estruturas ocultas sob o manto de alteração.

A utilização do VLF/EM na detecção de estruturas ocultas sob o manto de alteração tem conduzido a resultados interessantes, uma vez que as sondagens confirmam que os locais assinalados correspondem a zonas fracturadas.

Foram realizados até à data cerca de 5 km de perfis VLF/EM nos arredores de Serpa, em zonas suspeitas de ocorrerem estruturas do tipo falha.

As **figuras 14 a 16** indica a variação de *Outphase* e de *Inphase* ao longo de 3 perfis, utilizando o emissor americano NAA de 24.00 KHz.

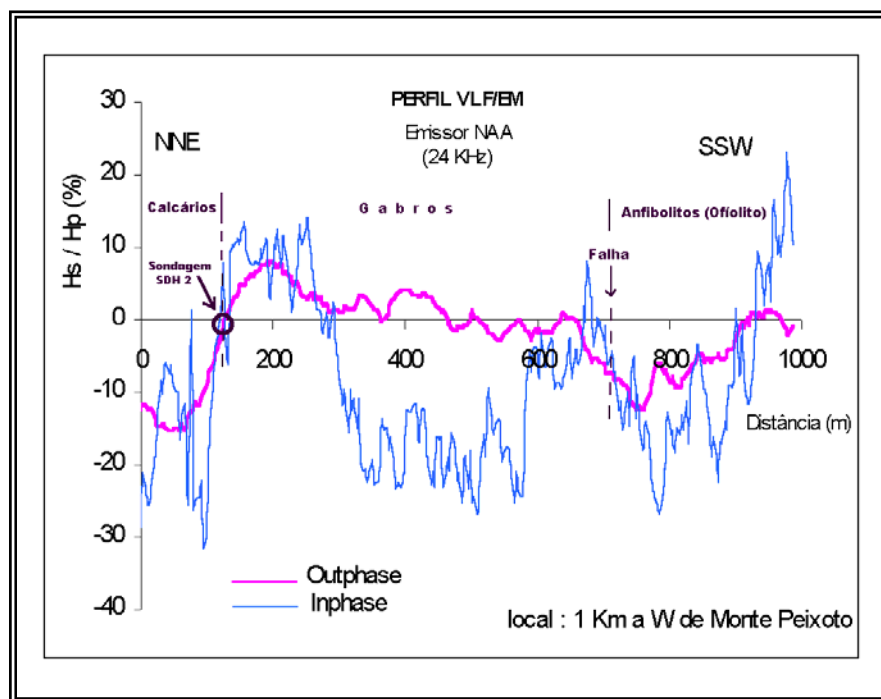


Figura 14 – Perfil de VLF/EM realizado numa extensão de 1000 metros

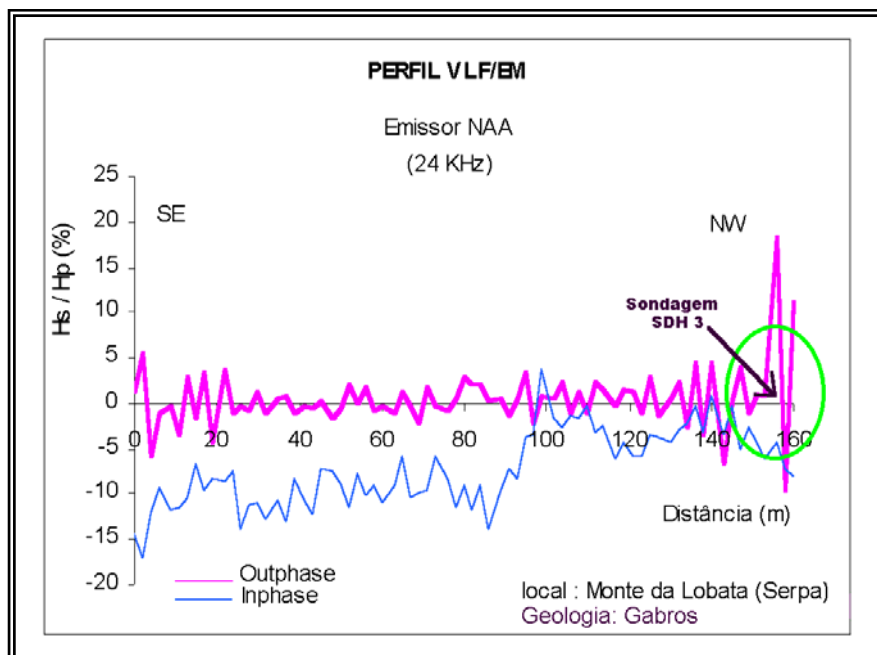


Figura 15 – Perfil de VLF/EM realizado numa extensão de 160 metros

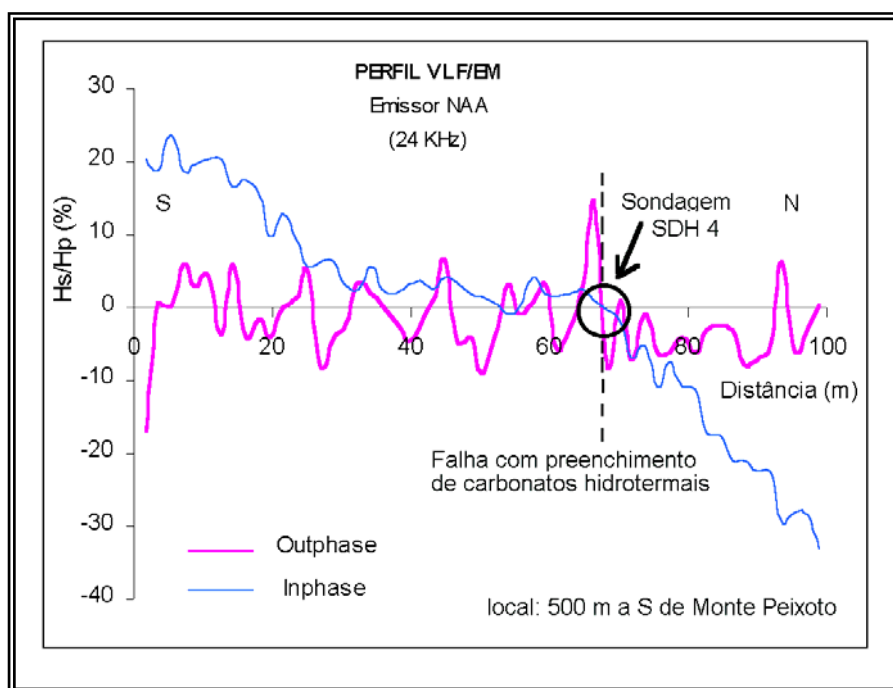


Figura 16 – Perfil de VLF/EM realizado numa extensão de 100 metros

4.3 – Execução de sondagens verticais e diagrfias

No sentido de caracterizar da melhor forma o complexo gabbro-diorítico em estudo e as suas relações hidráulicas com as formações geológicas vizinhas, nomeadamente com os calcários câmbrios que constituem o limite oriental do sistema, estabeleceu-se um

programa de sondagens, do qual foram concluídas 3, com as características descritas nas **tabelas 4 e 5**.

Tabela 4 – Localização das sondagens

Designação	Local	Carta	Meridiano	Paralelo	Cota (m)
SDH 2	Monte do Peixoto	532	247 180	105 850	210
SDH 3	Monte da Lobata	532	242 500	109 130	160
SDH 4	Monte do Peixoto	533	248 630	105 000	220

Tabela 5 – Características das sondagens

Designação	Local	Profundidade (m)	Formações Atravessadas	Observações
SDH 2	Monte do Peixoto	72.5	calcários / gabros	contacto litológico
SDH 3	Monte da Lobata	63.5	gabros	fracturas
SDH 4	Monte do Peixoto	49	calcários hidrotermais	falha

Nas sondagens realizadas seguiu-se a seguinte metodologia de trabalho no sentido de obter o máximo de informação geológica e hidrogeológica:

- ▶ Recolha e análise dos detritos da furação
- ▶ Ensaio de caudal (Air-Lift)
- ▶ Ensaio de recuperação
- ▶ Diagramas eléctricos, nucleares, de fluxo, de temperatura etc.
- ▶ Conversão em piezómetro (a equipar posteriormente com sondas automáticas)

Os resultados obtidos da análise no local dos detritos permitiram elaborar log's geológicos expeditos e que se apresentam seguidamente em conjunto com os resultados obtidos nas diagramas.

A utilização de Diagramas em sondagens pormenoriza e quantifica o comportamento eléctrico das formações atravessadas permitindo desta forma obter uma assinatura geofísica das formações estudadas, com aplicação na determinação de zonas produtivas e de fluxos indicadores de níveis aquíferos de diferentes potenciais (**figura 17**).

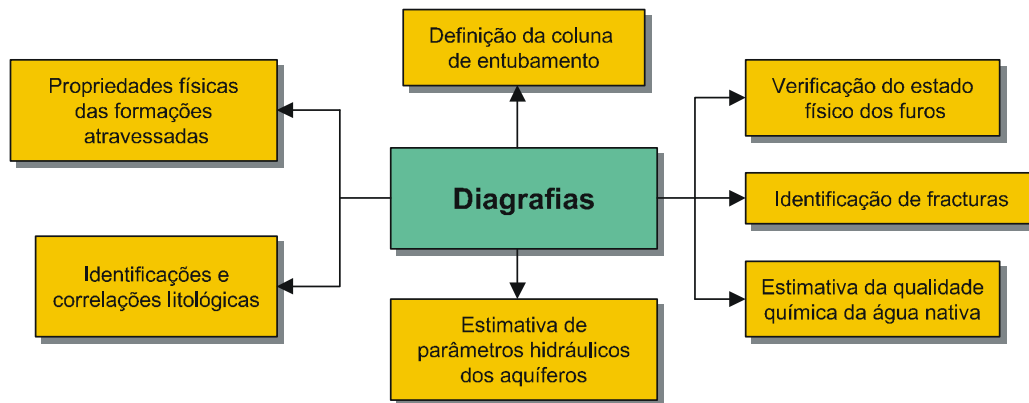


Figura 17 – Informação de interesse hidrogeológico obtida da interpretação de diagramas

Como complemento à investigação hidrogeológica foram efectuadas um conjunto de diagramas medindo parâmetros distintos relacionados com as características intrínsecas das formações atravessadas e com a água captada, o que poderá ser de considerável utilidade para a compreensão dos mecanismos hidráulicos que afectam o sistema.

A realização e interpretação das diagramas esteve a cargo da Dr^a Elsa Ramalho da Divisão de Geofísica do Instituto Geológico e Mineiro.

A realização de diagramas antes do entubamento é importante, uma vez que a sua interpretação, em especial em sondagens sem recuperação de testemunho, dá indicações que, de outra forma, não seriam possíveis de obter. Assim, de uma forma resumida, foi efectuado um conjunto de diagramas (**figura 18**) com os seguintes objectivos genéricos adaptados ao tipo de formações compactas atravessadas:

- ▶ diagramas eléctricas (Potencial Espontâneo (SP), Single Point Resistence (SPR), Resistividades Normais 8", 16", 32" e 64") - identificação de litologias e localização de potenciais zonas fracturadas, além de parâmetros físicos das formações;
- ▶ diagramas nucleares (radiação gama natural e neutrões) -identificação de litologias e localização de fracturas;
- ▶ diagramas de temperatura - identificação de fracturas produtivas;

- ▶ diagrfias de condutividade do fluido - indicações acerca da variação das características químicas da coluna de fluido;
- ▶ diagrfias de fluxo - movimentos da água no interior do furo.

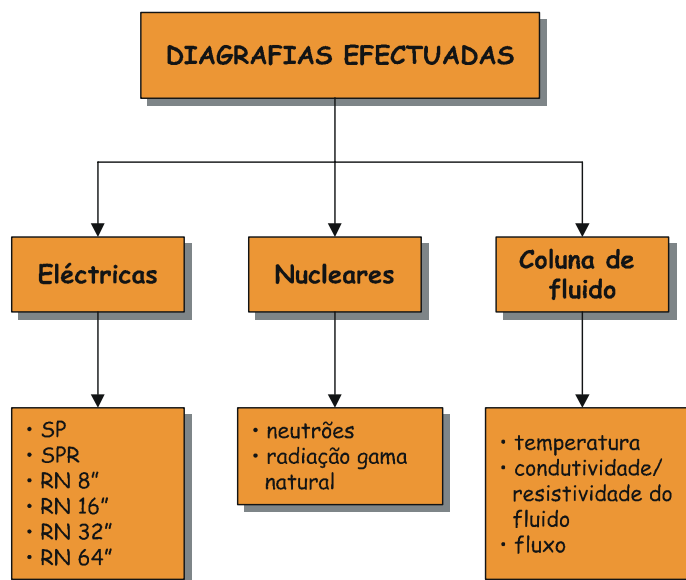


Figura 18 – Diagrfias efectuadas na região de Serpa

As figuras seguintes apresentam as diagrfias efectuadas na Sondagem SDH2, SDH3 e SDH4.

O objectivo da sondagem SDH2 (**figura 19**), que se localiza no contacto entre os calcários metamórficos (mármore ?) de Serpa e os gabros, foi construir e equipar um piezómetro para monitorização das condições de fronteira da área em estudo, de forma a elaborar um modelo conceptual consistente do funcionamento hidráulico deste sector do aquífero.

2PEA-1000 - Vel. logger = 5 m/min
 LLP-2676- Vel. logger = 5 m/min
 2WQA-1000 = 5 m/min
 HFP-2293 - Medidas a cada 5 m

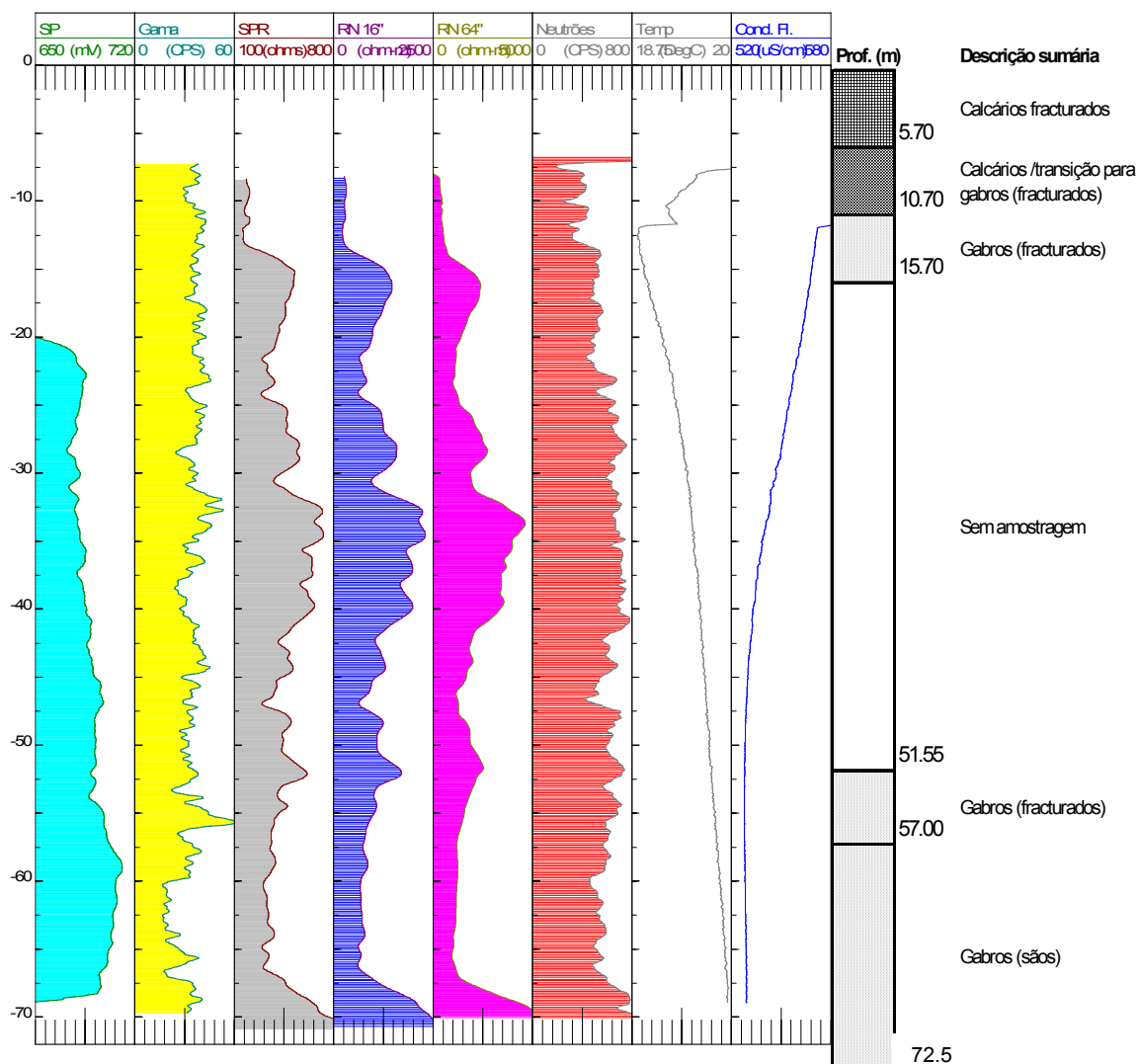


Figura 19 – Diagramas efectuadas na sondagem SDH2

Genericamente, e de acordo com a descrição sumária efectuada no local, com o recurso à observação dos “cuttings”, o furo SDH2-Monte Peixoto atravessa calcários fracturados (0-5 m), zona de transição entre calcários e gabros (5-9 m) e gabros fracturados (9-16 m).

Entre os 16 m e os 51.5 m não foi possível obter amostragem, muito provavelmente devido ao contacto dos calcários com o gabro criar uma zona desagregada e sem sustentação que originou problemas durante a furação.

Aos 51.5 m surge novamente amostragem de gabros fracturados (51.5 -57 m) e gabros sãos (57 –72.5 m).

Aquando das diagrfias efectuadas e a partir da observação da diagrfia de Neutrões, o nível hidroestático encontrava-se a cerca de 2.5 m.

De todos os resultados obtidos, destacam-se, ao longo de todo o furo, os baixos valores de radiação gama natural característicos de rochas básicas (Chappelier, 1992; Keys, 1990), indicando a quase ausência de isótopos radioactivos de Urânio, Tório e Potássio e a inexistência de argilas de alteração potássicas. No entanto, é de salientar que a interpretação deste furo em termos litológicos não é muito clara, uma vez que a resposta das diagrfias de radiação gama natural é semelhante em ambas as litologias que o furo atravessa, i.e., calcários e gabros.

A constância destes valores de radiação gama natural, que não ultrapassa, em geral, os 40 cps, parece no entanto, descer ligeiramente nas formações atribuídas a gabros, e ser um pouco mais elevado quando em presença dos calcário câmbricos (mármore).

Hidrogeologicamente, o furo apresenta fluxos internos praticamente nulos, no entanto, tendo em conta a observação das diagrfias de temperatura (cujas pequenas alterações indiciam a existência de água mais fria ou mais quente no interior do furo, feita através de falhas, tendo em conta as características destas formações), as diagrfias de condutividade do furo (cujas pequenas alterações indiciam a entrada de água no furo com características ligeiramente diferentes da água na coluna) e ainda os dados da sonda de Fluxo é possível a individualização de algumas zonas eventualmente produtivas:

Assim, a zona mais superficial, regista, não só um pico na sonda de Fluxo, mas também de temperatura, o que poderá propiciar a captação de água mais superficial.

No entanto, é nesta zona que aumenta consideravelmente o valor da condutividade do fluido (desaparecendo, inclusivé, nesta escala, mas atingindo cerca de 620 $\mu\text{S}/\text{cm}$), o que poderá levantar suspeitas acerca da sua qualidade química.

A Zona 2, localizada mais em profundidade, apresenta, igualmente, oscilações na diagrfia de temperatura simultâneas à diagrfia de condutividade de fluido. As fortes deflexões negativas que se verificam na diagrfia de neutrões e radiação gama natural, parecem apontar para a presença de uma zona falhada, que poderá ser produtiva. É de salientar a deflexão da curva de SP (potencial espontâneo) nesta zona, indicadora, igualmente da possível presença de uma fractura produtiva.

A Zona 3, constituirá provavelmente uma zona de calcários, com um ligeiro aumento da diagrfia de Fluxo, associada, em especial, a oscilações na diagrfia de temperatura, neutrões e radiação gama natural.

A Zona 4, situada em profundidade, constitui uma zona com uma forte deflexão negativa de neutrões e gama natural e, um aumento significativo do fluxo no interior do furo, o que faz presumir que se está em presença de uma zona com entrada de água.

O aumento do fluxo verificado em profundidade, poderá ser resultado da convecção interna no interior do furo, uma vez que não aparenta ser o resultado de uma grande quantidade de fracturas produtivas.

Na sondagem SDH3 pretendeu-se construir um piezómetro numa zona não perturbada por extracções de forma a monitorizar a evolução do nível de água do aquífero e também proceder à colheita periódica de amostras para controle do teor em nitratos numa área agrícola no seio do complexo gabróico (**figura 20**).

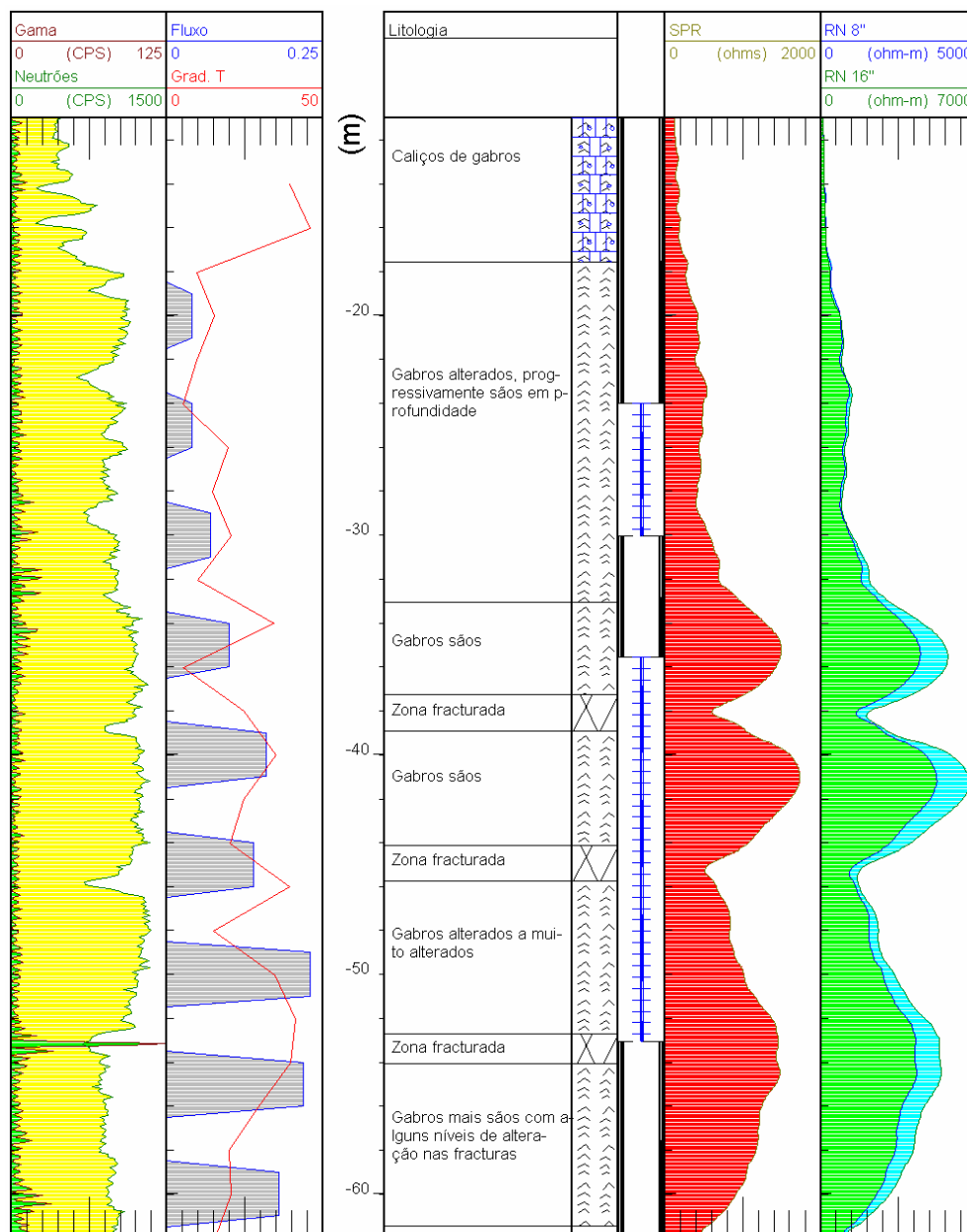


Figura 20 - Diagramas efectuadas na sondagem SDH3

Alguns aspectos hidrogeológicos são igualmente passíveis de inferência a partir da observação deste conjunto de diagrfias. Para auxiliar a interpretação hidrogeológica, calculou-se a diagrfia do gradiente geotérmico a cada 2 metros a partir da diagrfia de temperatura. Esta diagrfia, mais sensível a perturbações térmicas na coluna de fluido do que a própria diagrfia de temperatura (Beck e Balling, 1988), é por vezes uma importante ajuda na identificação de entradas e saídas de água, na medida em que estas provocam pequenas perturbações pontuais, positivas ou negativas, no gradiente geotérmico regional.

Destaca-se nesta diagrfia a zona superficial, com grandes variações na diagrfia do gradiente geotérmico com intensa circulação de água e representativa das características não confinadas do aquífero (Ramalho *et al.*, 1999).

A partir da figura, é possível observar que as zonas não alteradas têm valores de gradiente geotérmico de cerca de 20 mK/m (o que é característico desta região), enquanto que os valores anómalos são causados por circulação de água na zona alterada ou por influência da temperatura superficial (Ramalho *et al.*, 1999). A fractura registada aos 39 m indica uma zona produtiva. Por outro lado, identifica-se também uma zona fracturada sob a zona de gabro são, com eventual saída de água, aos 45 m.

É de registar igualmente a presença de uma zona fracturada aos 53 m que, possivelmente, será a responsável por grande parte da água extraída pelo furo. Esta fractura, com a presença de minerais de alteração depositados (possivelmente minerais de urânio ou argilas), devido à circulação de fluidos, é igualmente registada simultaneamente pelo aumento da velocidade de fluxo ascendente e pela zona anómala do gradiente geotérmico. A esta profundidade, este último atinge valores de cerca de 35 mK/m, consideravelmente superiores aos cerca de 20 mK/m característicos desta região.

Esta zona é também marcada por um decréscimo da condutividade de fluido na coluna em cerca de 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Este decréscimo será devido ao facto de que, a esta profundidade, o furo encontra-se sob a zona de gabro são, abaixo da zona superficial, e, como tal, isolado de águas superficiais mais condutivas, pelo que a circulação de água se faz, fundamentalmente, através de porosidade secundária.

A condutividade eléctrica desta água medida em laboratório (613 $\mu\text{mhos}/\text{cm}$) indica que, possivelmente, a maior parte da água captada provém de zonas mais superficiais, nomeadamente da zona fracturada que ocorre aos 39 m. A partir da observação da **figura 20**, é possível verificar que os maiores fluxos verticais registados correspondem às zonas

com menor condutividade eléctrica, o que corrobora as observações anteriores. Por outro lado, verifica-se também que zonas com baixos fluxos correspondem a zonas de menor temperatura, o que significa que a zona superficial possui fluxos bastante baixos.

Este facto é facilmente explicável, uma vez que a zona superficial da coluna de fluido apresenta temperaturas muito baixas devido ao facto desta campanha se ter realizado em pleno inverno, não existindo diferença apreciável entre as temperaturas de profundidade (o furo é pouco profundo) e a temperatura ambiente.

É de salientar também, a partir da observação da mesma figura, que a zonas com menores gradientes geotérmicos e temperatura correspondem zonas de menor fluxo, pelo que é de admitir que a maior parte da água que entra no furo será efectivamente proveniente de fracturas com alguma profundidade.

A sondagem SDH4 (**figura 21**) teve por objectivo avaliar o potencial hidrogeológico dos filões de carbonatos hidrotermais que preenchem as falhas E-W associadas ao cavalgamento de Moura-Ficalho.

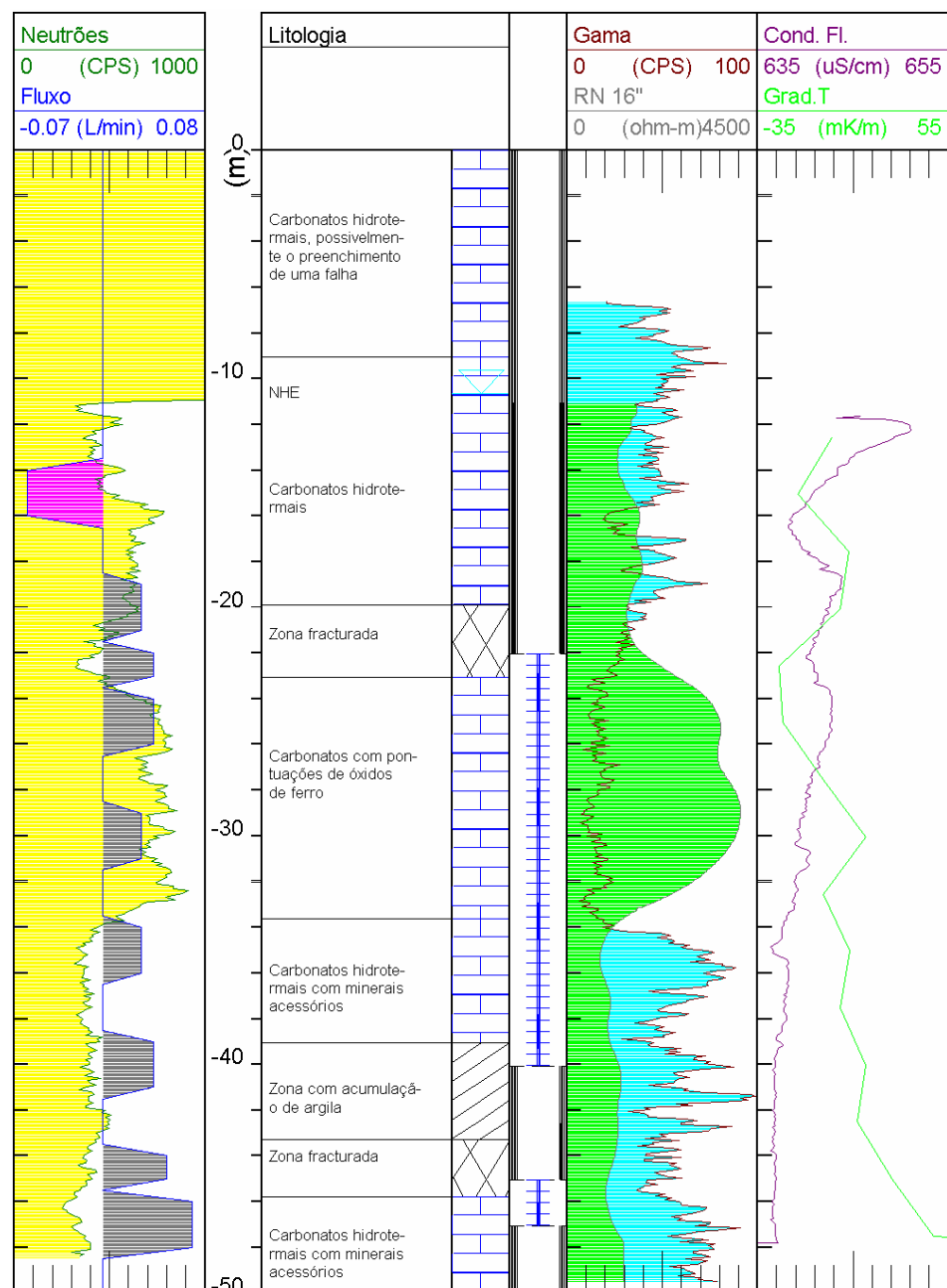


Figura 21 - Diagramas efectuadas na região de SDH4

De acordo com a interpretação dos resultados obtidos a partir do conjunto de diagramas efectuado, o furo SDH4-Monte Peixoto atravessa várias zonas distintas.

Em primeiro lugar, uma zona superficial até cerca dos 20 m, que, por sua vez divide em 3 sub-zonas distintas (sub-divisão feita recorrendo à porosidade/fracturação, indicadas pela diagrama de neutrão-neutrão). Em toda esta zona superficial, os valores de radiação gama natural não ultrapassam, em média, os 50 cps.

Seguidamente entra-se numa zona fracturada em que os valores de radiação gama natural decrescem de uma forma gradual a partir dos 20m até cerca de 20 cps. As

resistividades aparentes desta zona superficial não ultrapassam os 2200 Ω .m, sendo este valor retirado a partir da diagrafia de Resistividade Normal 16", que, para este diâmetro, atinge uma penetração suficiente para a determinação aproximada da resistividade da formação (R_f).

A segunda zona identifica-se claramente entre os 23-33m de profundidade, em especial a partir das diagrfias eléctricas (SPR, RN 8" e RN 16") e neutrão-neutrão. Com uma assinatura completamente diferente da anterior, a resistividade aparente da formação a atinge cerca de 4500 Ω .m e valores da diagrafia de neutrões de cerca de 750 cps.

Esta segunda zona, atribuída a formações carbonatadas com óxidos de ferro a partir da análise dos "cuttings", em conjunto com as diagrfias tem porosidade muito menor do que a anterior, à parte de algumas zonas atribuídas a fracturas, em especial entre os 26-28 metros.

A terceira zona identificada situa-se abaixo dos 33 m de profundidade, em que a assinatura de todas as diagrfias eléctricas e nucleares representadas na figura diferem significativamente; por um lado, a diagrafia de radiação gama natural relativa a esta zona mostra, em particular, características muito distintas das outras zonas, podendo a partir desta traçar-se com bastante exactidão o contacto entre as formações carbonatadas e possíveis filões de quartzo com minerais acessórios. Esta diagrafia indica que esta zona se encontra bastante enriquecida minerais acessórios, traduzida pela presença de isótopos radioactivos de Urânio, Tório e Potássio (Keys, 1990; Chappelier, 1992). Apresenta ainda algumas zonas fracturadas, identificadas nas diagrfias eléctricas como pequenos troços com resistividade/resistência inferior à média desta zona. Por outro lado, os picos negativos que a diagrafia de radiação gama natural apresenta, nomeadamente entre os 43-46 m, indicam a presença de fracturas sem argilas de alteração ou presença marcante de deposição de fluidos ricos em urânio.

Em termos hidrogeológicos destaca-se a existência de uma zona fracturada entre os 20 e os 23 m, onde é visível a entrada de água com condutividade eléctrica de cerca de 643 μ S/cm e um caudal de 0.075 L/min.

Entre os 43 e os 46 m regista-se também uma zona produtiva (0.079 L/min), com a água apresentando valores de condutividade do fluido inferiores aos da zona alterada (cerca de 637 μ S/cm). No entanto, a variação vertical da condutividade da água no furo é bastante pequena, atingindo um máximo de 20 μ S/cm.

Esta sondagem foi objecto de um pequeno ensaio de air-lift e de recuperação e, em face da sua produtividade, na ordem dos 12 m³/h foi cedida ao proprietário do terreno, a título de compensação, uma vez que nesta propriedade se localiza também o piezómetro da sondagem SDH2.

4.4 – Ensaio de caudal

Na área de trabalho existem poucas captações públicas susceptíveis de serem ensaiadas, devido à forma como as ligações às condutas se encontram construídas. Desta forma, optou-se por testar a produtividade das estruturas geológicas de orientação geral E-W correspondentes a falhas preenchidas por carbonatos hidrotermais, com inclusões metálicas que constituem em si mesmo um aspecto geológico pouco estudado.

Na sondagem SDH4 do Monte Peixoto realizou-se um ensaio de air-lift com a duração de 2 horas e caudal da ordem dos 12 m³/h.

A sondagem tem 49 metros de profundidade e os ralos situam-se entre os 22 e 40 m e entre os 45 e 47 metros.

Nas **figuras 22 e 23** estão representados a análise gráfica do ensaio e da recuperação.

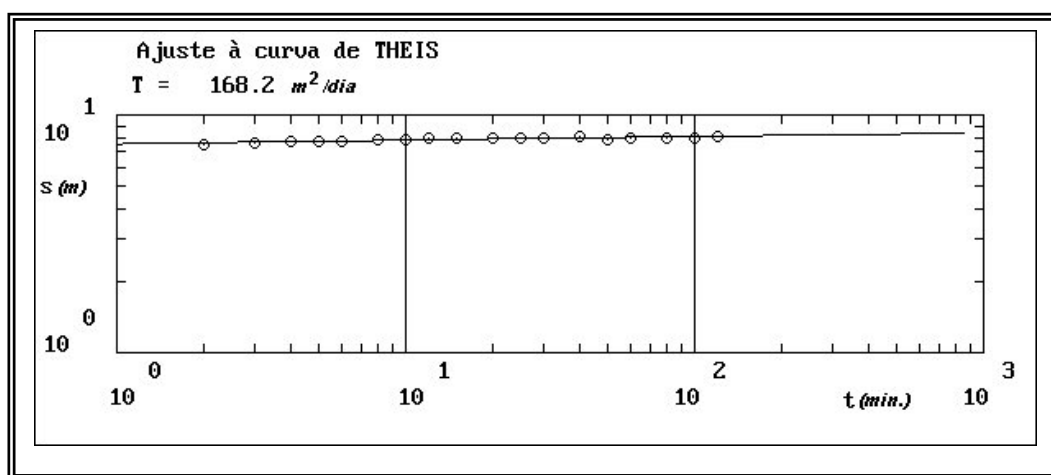


Figura 22 – Ensaio de caudal “air lift” com duração de 2 horas e caudal constante de 12 m³/h na sondagem SDH4 Monte do Peixoto

Os parâmetros hidráulicos relativos à transmissividade foram calculados pelo método das sensibilidades, recorrendo ao programa de interpretação automática SENTHEIS (Almeida, C., 1990), considerando válidas as condições de Theis (1935). O resultado obtido é de 168 m²/dia.

Pelo método de Jacob, por aplicação da equação simplificada,

$$T = 0.183 Q / \Delta s \quad [\text{m}^2/\text{dia}]$$

em que:

T - transmissividade (m^2/dia)

Q - caudal de bombeamento (m^3/dia)

Δs - rebaixamento na captação correspondente a 1 ciclo logarítmico (m), obtido da projecção de $\log t$ vs s

Obteve-se um valor de transmissividade de $190 \text{ m}^2/\text{dia}$.

O rebaixamento observado no final do ensaio era de 8.14 m e após paragem recuperou em 2 minutos cerca de 7.63 m, mantendo-se um rebaixamento residual de 40 cm ao fim de 10 minutos, o que indica muito provavelmente um ligeiro efeito de esvaziamento.

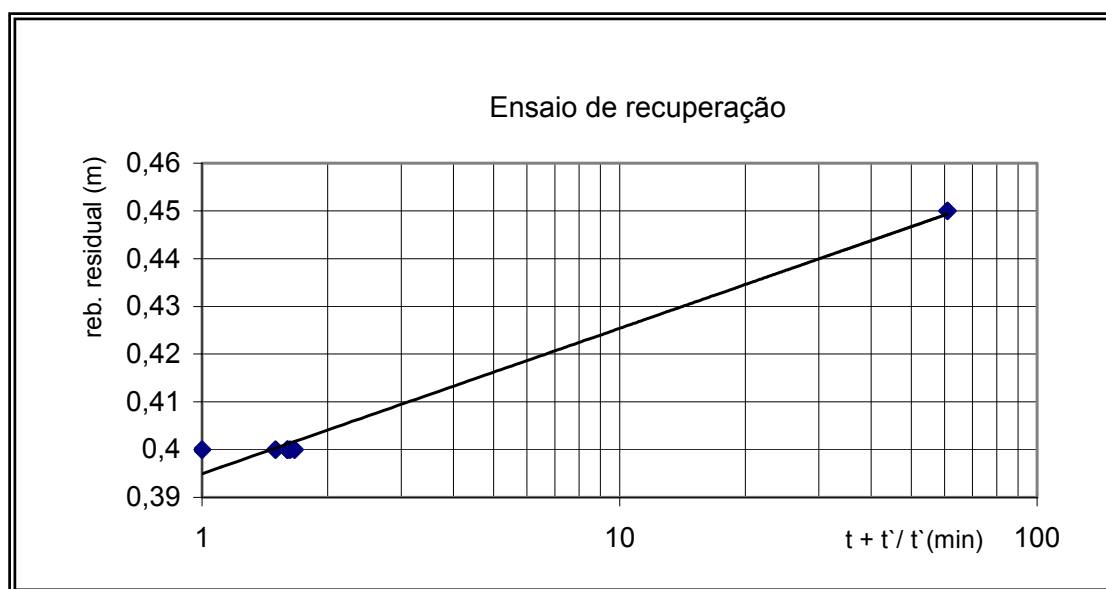


Figura 23 – Ensaio de recuperação com a duração de 10 minutos após 2 horas de extracção com caudal constante de $12 \text{ m}^3/\text{h}$ na sondagem SDH4 Monte do Peixoto

Apesar de não se poder generalizar as condições hidrogeológicas dos filões carbonatados hidrotermais instalados em falhas de orientação geral E-W, o ensaio revelou que estas estruturas geológicas podem apresentar permeabilidades bastante mais elevadas que as das rochas básicas enquadrantes e que em locais topograficamente e geologicamente favoráveis podem apresentar produtividades interessantes para abastecimento doméstico e eventualmente mesmo para abastecimento público.

A avaliação correcta do potencial hidrogeológico das estruturas geológicas assinaladas, com recurso à prospecção geofísica de superfície sistemática, poderia resultar em novas captações para reforço do abastecimento público em freguesias isoladas.

4.5 – Distribuição espacial dos caudais

Os dados disponíveis para a área de Serpa-Brinches apontam para cerca de 40 sondagens (confirmadas) de pesquisa hidrogeológica realizadas entre 1972 e 1995 para a Câmara Municipal de Serpa, em diferentes formações geológicas, com uma taxa de insucessos de 40%.

Na formação dos gabro-dioritos estão confirmados cerca de 20 sondagens de pesquisa para a autarquia, com profundidades médias inferiores a 50 metros, das quais 50% foram aproveitadas para abastecimento público.

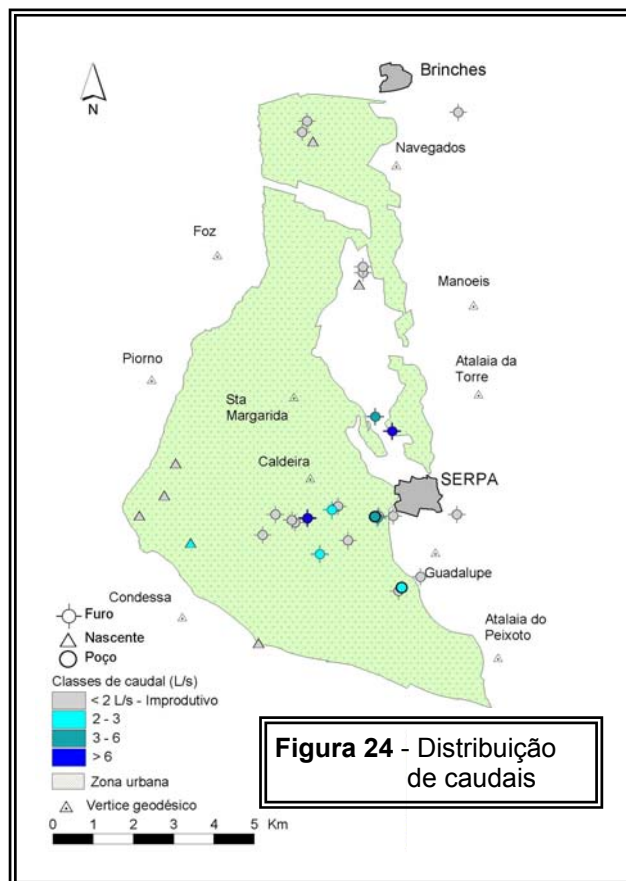
Nesta formação os caudais obtidos oscilam entre 1 e 10 l/s, embora na maioria dos casos a produtividade seja inferior a 3 l/s. Normalmente as pesquisas com caudais inferiores a 2 l/s foram abandonadas (classificadas como sondagens improdutivas) e em muitos casos não estão correctamente referenciadas com coordenadas, mas apenas com a designação do local.

Embora com algumas reservas, indica-se no mapa da **figura 24** a distribuição dos caudais que foi possível confirmar e indicam-se simultaneamente as sondagens abandonadas por fraca produtividade (< 2 l/s).

Sabe-se que as pesquisas realizadas por particulares para fins agrícolas na maioria das vezes resultam improdutivas ou secas pelo que a taxa de insucessos neste sector do aquífero será na ordem dos 50%.

Os caudais das nascentes inventariadas oscilam entre 1 e 2.5 l/s e localizam-se nos “barrancos” do Guadiana, por vezes dependentes de estruturas do tipo falha ou fractura.

Estas nascentes reflectem a grande capacidade de “regularização” do aquífero freático, uma vez que mesmo no final do prolongado período de seca, em 1995 (informação oral de Augusto Costa) havia ainda linhas de água com caudais diminutos alimentadas por pequenas nascentes que se distribuem ao longo da margem esquerda do rio Guadiana.



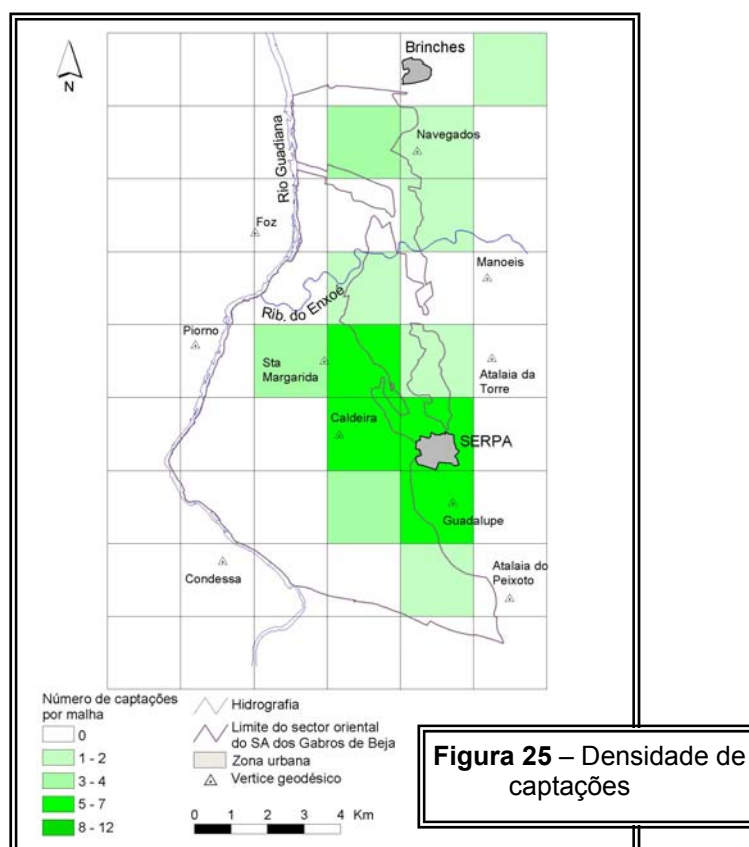
4.6 – Densidade de captações

Das cerca de 50 captações inventariadas, e em condições de funcionamento, identificaram-se 40 furos com profundidades entre 12 e 90 metros distribuídas pela área de trabalho.

A profundidade média situa-se nos 30 metros e são na sua maioria captações para abastecimento doméstico a montes ou pequenas explorações, portanto com capacidades de extracção pouco significativas.

Existem igualmente muitos abastecimentos particulares por poços pouco profundos (inferior a 10 metros), que não são considerados neste item.

O mapa de densidade de captações adoptando uma malha de 2x2 km² está representado na **figura 25**.



4.7 – Caracterização e quantificação dos usos

A quantificação dos usos para esta região carece de dados precisos que só a instalação de contadores pode proporcionar, de qualquer forma a grande utilização dos recursos subterrâneos do complexo gabro-diorítico é para abastecimento público e particular.

Nesta área não é usual fazer regadio de girassol ou milho, como acontece na área de Beja, devido à fraca produtividade aquífera destas formações.

A quantificação dos consumos públicos a partir do aquífero também é difícil de obter uma vez que os sistemas instalados funcionam sem contadores e cada vez mais de forma intermitente, apenas como recurso em caso de quebra no abastecimento a partir da albufeira do Enxoeiro.

No entanto sabe-se que antes da entrada em funcionamento do sistema adutor do Enxoeiro, em 1999, o abastecimento a Serpa, com uma população aproximada de 10 000 habitantes dependia exclusivamente das captações subterrâneas que sustentavam cerca de 1 500 m³/dia ou seja 0.5 x 10⁶ m³ /ano.

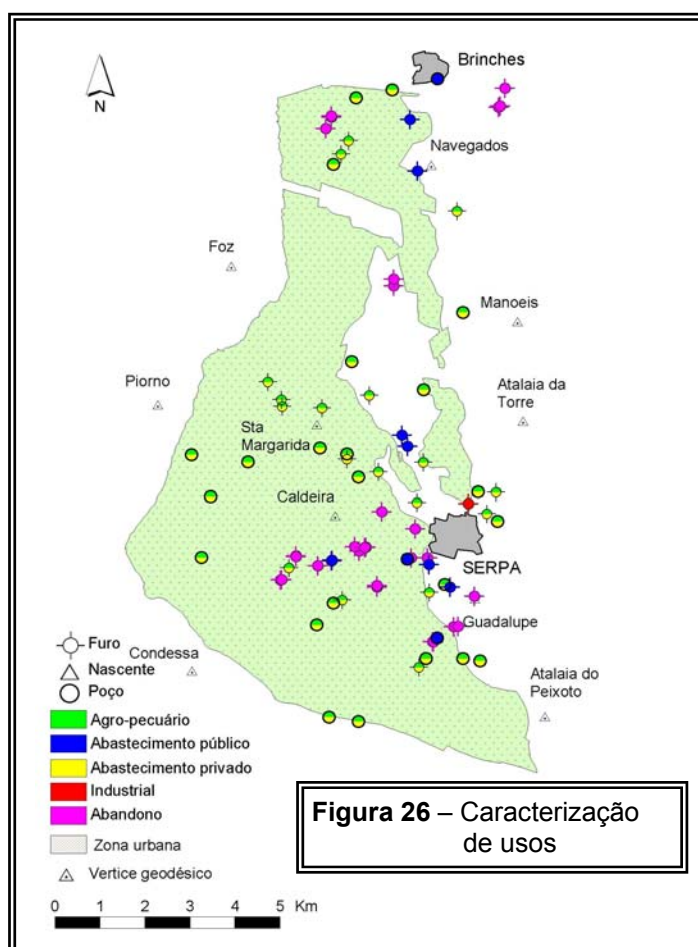
Cerca de metade das necessidades diárias eram supridas por 3 captações situadas na área dos gabros a sul e sudoeste de Serpa e o restante a partir de 4 captações em formações dos calcários pré-câmbrios e da série negra dos arredores da Vila.

A principal utilização dos recursos subterrâneos do aquífero gabro-diorítico é para abastecimento privado, a partir de furos e uso agrícola e pecuária, a partir essencialmente de poços.

Utilização para fins industriais limita-se a área a NE de Serpa onde se localiza o parque industrial.

O abastecimento público à vila de Serpa depende actualmente de 7 captações em situação de reserva, face à utilização preferencial de água da albufeira do Enxoé e o abastecimento a Brinches depende de 2 captações nos arredores da aldeia

O mapa da **figura 26** indica os principais usos das captações inventariadas na área entre Serpa e Brinches.



4.8 – Caracterização e funcionamento hidráulico

O complexo gabro-diorítico alterado que constitui o suporte geológico do sistema aquífero dos “Gabros de Beja” na margem esquerda do rio Guadiana considera-se, no seu conjunto, como tendo um comportamento hidráulico semelhante.

Em termos hidrogeológicos a área de estudo apresenta um comportamento de aquífero livre com circulação em meio poroso, constituído pelas formações alteradas. A camada de alteração comporta-se como um reservatório que alimenta as diaclases subjacentes, características de meio fissurado, que serão objecto de pesquisa hidrogeológica (Pais Quina, 1983).

A espessura de alteração varia localmente, podendo atingir até 30 metros de espessura. O gabro-diorito são têm-se revelado improdutivo. As zonas mais favoráveis à pesquisa hidrogeológica correspondem a falhas e ao horizonte de fracturação, embora a sua permeabilidade dependa da abertura e lavagem das fissuras situadas entre o manto de alteração e o “bed-rock”.

Este sistema aquífero, apresenta-se muito heterogéneo, podendo fornecer bons caudais a par de pesquisas praticamente secas. A taxa de insucessos, incluindo os furos secos particulares, dificilmente quantificáveis, rondará os 50%.

Obtiveram-se caudais entre 1l/s e 10 l/s, em furos de captação. A produtividade média situa-se nos 3 l/s. O rendimento das captações expresso pelo caudal específico é, normalmente baixo, em média 0.5 l/sm. Os registos de transmissividade calculados pelo método de Logan apontam para valores entre 5 e 190 m²/d.

Normalmente as permeabilidades são reduzidas, o que, associado ao fraco índice pluviométrico (em média 500 mm/ano) compromete o volume de recursos disponíveis em épocas de estio prolongado.

À semelhança do que se conhece noutras zonas do aquífero dos “Gabros de Beja” a aptidão hidrogeológica é muito variável. As zonas mais produtivas estão associadas a locais estruturalmente favoráveis como falhas, fracturas e diaclasamentos não preenchidos, contactos litológicos e filões (Paralta, 1997).

Tratando-se de um aquífero livre, a superfície piezométrica acompanha aproximadamente o modelado topográfico e encontra-se normalmente a poucos metros de profundidade, o que facilita grandemente a sua exploração por poços ou charcas pouco profundas (4 a 5 metros). Na época estival os níveis de água no terreno podem descer mais de 1 dezena

de metros nos locais de cota mais elevada. Nas áreas mais deprimidas a oscilação do nível freático é menos acentuada.

No sentido de monitorizar o comportamento piezométrico deste sector do aquífero dos “Gabros de Beja” instalaram-se em Abril e Maio de 1999 sondas de registo automático (**figura 27**) nos piezómetros SDH2 (Monte do Peixoto) e SDH3 (Monte da Lobata) respectivamente. Os dados obtidos estão actualmente a ser processados, mas confirmam as conclusões apontadas.

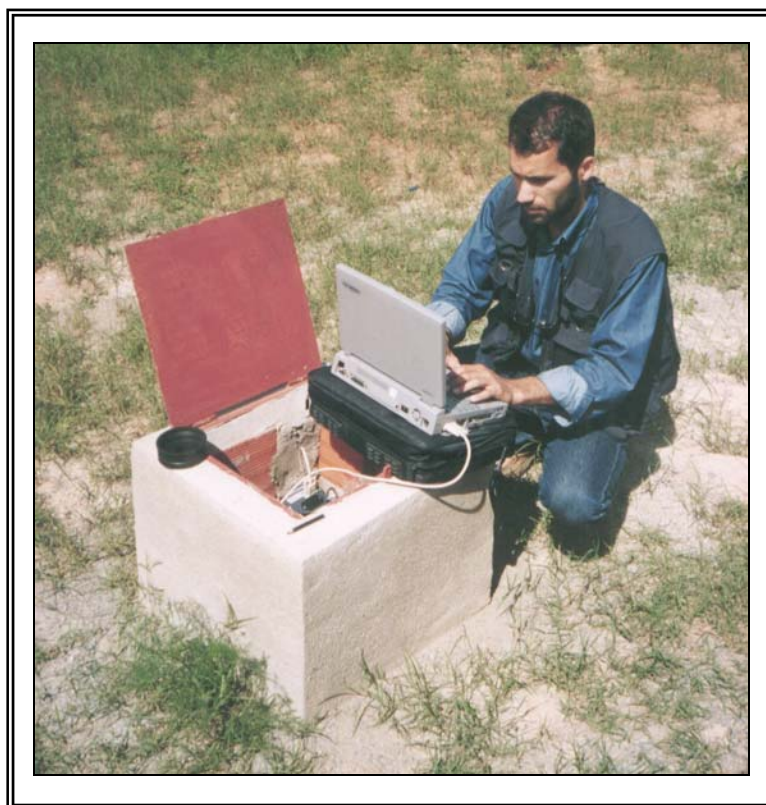


Figura 27 – Programação das sondas automáticas de registo piezométrico

O fluxo hídrico subterrâneo da área é controlada por gradientes suaves, entre 2 e 4% para oeste, assumindo-se o Guadiana como nível de base local de toda esta unidade aquífera, que apresenta portanto comportamento efluente, com descarga (não quantificada) através de nascentes pontuais e difusas para o rio.

4.9 - Previsão de necessidades futuras

Para a totalidade do concelho de Serpa, estima-se que o consumo nas freguesias seja em média de 100 litros/hab.dia ou inferior e na sede de concelho cerca de 150 litros/hab.dia.

Actualmente o consumo de água na vila de Serpa, com cerca de 10 000 habitantes, situa-se na ordem dos 1 500 m³/dia e para a totalidade do concelho (1100 km²), com uma população residente de 18 000 habitantes rondará os 2 000 m³/dia.

Durante o último período de seca prolongada (1991-1995) o abastecimento público sofreu falhas frequentes, o que levaria as autoridades a construir novas captações, sem grande sucesso, em virtude da falta de estudos hidrogeológicos e escassez de recursos subterrâneos no final do estio prolongado.

No sentido de evitar situações idênticas e criar uma reserva estratégica de água, a autarquia e o Instituto da Água decidiram construir a barragem do Enxoé, que ficou concluída e em condições de funcionamento no final de 1999 (**figura 28**).



Figura 28 – Vista da barragem do Enxoé.

O abastecimento de água a partir da barragem contempla a totalidade do concelho de Serpa e 70% do concelho de Mértola (7 000 habitantes).

A albufeira tem também como objectivos a manutenção do caudal ecológico, a manutenção da actual área de regadio no vale a jusante e a criação de uma reserva estratégica de água (Afonso, J. *et al.*, 1998).

As afluências anuais em ano médio estão estimadas em 8.6 hm³. A bacia hidrográfica respeitante à barragem do Enxoé tem uma superfície de 60 km².

A albufeira da barragem tem uma capacidade total de 10 hm³, à cota de 175 metros e a área inundada correspondente é de 2 km². A altura da barragem é de 20 metros.

A evolução previsível dos consumos de água para abastecimento urbano depende essencialmente da evolução demográfica e económica do concelho de Serpa.

Neste sentido a previsão das necessidades futuras depende da avaliação rigorosa das condições sócio-económicas e do nível de vida da população para o 1º quartel do século XXI.

A projecção dos consumos para abastecimento público do concelho de Serpa apontam para valores de 200 l/hab.dia na sede do município e 120 l/hab.dia nas aldeias das freguesias.

Assim, estima-se que as necessidades de água para abastecimento público da vila de Serpa venham a ser na ordem dos 2 000 m³/dia e no restante concelho de cerca de 1 000 m³/dia, o que totaliza cerca de 1 milhão m³/ano.

Nas condições de consumo actual, os recursos hídricos subterrâneos do complexo gabro-diorítico dos arredores de Serpa podem assegurar facilmente 50% do abastecimento diário à Vila, durante todo o ano, embora possam ocorrer quebras de produtividade no período estival que podem ser compensadas com a construção de novas captações em locais hidrogeologicamente mais favoráveis.

O principal constrangimento em relação à produção de água para consumo humano a partir dos recursos subterrâneos prende-se com a elevada dureza da água e os teores em nitratos que frequentemente ultrapassam os limites legalmente consignados.