

TELEDETECÇÃO NA RECARGA DOS AQUÍFEROS SUBTERRÂNEOS COM ÁGUAS DE SUPERFÍCIE

Mário Vicente SILVA (1)

RESUMO

Até a década dos anos 70 o abastecimento de Almodovar (vila) fazia-se através de poços que se exauriam ao fim de alguns dias de exploração .

Na década dos anos 80 recorrendo-se a fotogeologia foram executados furos de captação em zonas fracturadas, que eram alimentadas por pequenos açudes, através da recarga subterrânea.

Anos mais tarde construíram-se 2 barragens (Monte dos Clérigos e Boavista) para fins agrícolas, mas que passaram a abastecer a vila. A extracção maior provinha da barragem de Boavista que, apesar de possuir um volume de armazenamento menor que a dos Clérigos permitia no entretanto, melhor aproveitamento económico por se situar nas proximidades da central elevatória . Assim quando os furos e poços secavam, a barragem de Boavista abastecia a vila com água de superfície

No verão de 1995 (ano da seca) em virtude dos níveis na barragem terem baixado, a água bombeada para a estação de tratamento passou a arrastar também argilas e loess que inutilizavam em poucas horas os filtros de areia, daquela estação

Através de um “bypass” transvasando esta água para a zona fracturada, tal como se fizera com os açudes de recarga na década dos anos 80 foi possível melhorar substancialmente a qualidade da água sem recorrer a cortes de abastecimento.

Procura-se nesta comunicação evidenciar como foi possível eliminar materiais finos que ficaram retidos na percolação subterrânea, o que, permitiu em alguns casos a melhoria da qualidade química e microbiológica da água, em relação com a congénere de superfície, donde ela provinha.

(1).....Geólogo
Instituto de Água

INTRODUÇÃO

GEOLOGIA:

As formações geológicas que ocorrem na área em questão são constituídas essencialmente por xistos e grauvaques, resultantes do metamorfismo regional de rochas sedimentares preexistentes nomeadamente rochas pelíticas, rochas quartzo feldspáticas, rochas básicas etc., que se depositaram num vasto geossinclinal atribuído à idade viseana (subandar do Carbónico Inferior)

RESUMO HISTÓRICO

Em Março de 1981 a Câmara de Almodôvar informou-nos que as 5 captações públicas (poços) que abasteciam a Vila estavam secas. Como medida de emergência Almodôvar estava sendo abastecida através de autotanques do Exército e dos Bombeiros. Algumas destas viaturas encontravam-se num mísero estado de conservação por terem de percorrer na maior parte das vezes, caminhos maus para se reabastecerem.

Era frequente a autarquia debater-se com falta de água com especial incidência no verão factor que dependia da pluviosidade do inverno anterior, que nesse ano foi muito fraca. Executar mais furos tratava-se uma forma de resolver temporariamente o problema. Na maior parte das vezes as captações ao fim de alguns dias de exploração secavam. Haveria que ir ao âmago da questão. Sabíamos que a solução final seria o recurso às águas de superfície. Um poço, acabado de se abrir nesse ano, com 30 metros de profundidade e com 2 furos horizontais no seu fundo também secou. -(poço D)

Na secção sobre a geologia e tectónica da região teceremos algumas considerações sobre este poço, procurando explicar os motivos da aparente improdutividade desta captação.

Das cinco captações, quatro situavam-se no leito da ribeira da Rabaça ou Monte dos Toucinhos e apenas uma na ribeira do Monte dos Clérigos. Tratavam-se de poços profundos com 2 a 3 dezenas de metros com furos horizontais na base.

Na figura anexa designámo-los por poços A, B, C, D, E (este último aberto noutra linha de água: ribeira do Monte dos Clérigos), cuja cabeceira é ocupada pela albufeira da barragem com o mesmo nome.

A nossa atenção incidiu sobre o Monte dos Toucinhos ou Rabaça onde estavam localizadas não só as captações que abastecem Almodovar, como também a central elevatória, condutas, energia eléctrica etc.,

INTERPRETAÇÃO FOTOGEOLÓGICA

Procuramos identificar através das fotografias aéreas, fracturas, falhas, dobramentos, litologia, área de alimentação, estruturas e quaisquer outros elementos, geomorfológicos conducentes a uma chave fotointerpretativa.

Constatámos que não nos podíamos fiar apenas na geologia de superfície. Era frequente observarem-se áreas que a superfície pareciam possuir uma razoável permeabilidade (aspecto fissurado da rocha, ocorrências de filões e filonetes de quartzo, etc,) mas que, em profundidade, se tornavam rochas muito compactas, sem quaisquer indícios de percolação

Tendo em atenção não só a geomorfologia do vale onde foi executado o -poço D-vale largo, que na opinião de alguns hidrogeólogos indicia boa infiltração, como tivemos ocasião de confirmar, verificamos ser também muito importante, sempre que possível, conhecer a geologia estrutural através de cortes geológicos, a efectuar no local de trabalho.

Hoje, com dados que possuímos podemos dizer que nesta zona os níveis piezométricos que no inverno se situam a menos de uma dezena de metros da superfície, podem no verão atingir os 60/70 metros. Se ocorrer no entanto uma recarga com águas de superfície os níveis piezométricos sobem, e o poço passa a ter água. Para que isto aconteça é necessário que no leito da ribeira haja um espelho de água com alguns centímetros de espessura. A água infiltra-se através das diaclases e fracturas que aí vai encontrando, alimentando o poço. Conseguiu-se deste modo, que um poço improdutivo no verão, passasse a ter água naquela estação do ano.

Um fenómeno muito semelhante, mas com pequenas variantes, passou-se na Ribeira de Monte dos Clérigos. Nesta ribeira foi construída a barragem de Monte dos Clérigos (que é actualmente utilizada para desportos náuticos). A cerca de 750 metros para jusante do paramento da barragem situa-se o poço “ E “ É um poço muito antigo com cerca de 3 dezenas de metros, com furos horizontais na base e que também secava no verão. Actualmente quando o nível da água no poço, baixa consegue-se que este o retome, através de uma descarga da água armazenada na albufeira da barragem, que por recarga induzida através das fracturas existentes do leito da ribeira, vai recarregar o poço. A água no entanto apresenta-se turva e imprópria de ser lançada na rede pública. Este facto não impede, que ela seja utilizada no consumo diário do complexo náutico desportivo, depois de convenientemente tratada.

Quais os motivos desta turvação?

1º- A infiltração dá-se mais depressa na ribeira do Monte dos Clérigos do que na dos Toucinhos, pelo facto predominarem aqui grauaques, sobre os xistos. Na outra ribeira acontece o contrário. Quanto a geomorfologia a configuração do vale é diferente nas duas ribeiras (mais largo no poço D e mais estreito no poço E) .

2º- O perfil longitudinal na ribeira do M. dos Clérigos, é mais íngreme (dificuldade na obtenção de um espelho de água)

3º- Quando se efectua a descarga da água da barragem, esta não é lenta e gradativa mas sim brusca e em regime turbulento arrastando em suspensão e saltação materiais arrancados ao leito da ribeira.

Soluções: Haveria que construir no leito da ribeira pequenos muretes interrompidos de quando em quando. A água em vez de percorrer uma linha recta e em regime turbulento passaria a efectuar o mesmo percurso aos ziguezagues criando assim um espelho de água fictício que passaria a arrastar menos materiais em suspensão. De resto é esta a técnica utilizada em alguns países na recarga dos aquíferos com água de superfície.

No tocante aos poços “A” “B” “C” contemporâneos dos dois já descritos, há que referir existir aqui um novo fenómeno: uma importante falha com cerca de 6 a 7 km de extensão Trata-se de uma fractura direcção N70°W identificável na imagem de satélite, que passa junto do poço “B”, de todos o mais produtivo. Falando casualmente com um dos trabalhadores que abriu o poço disse-me ele *“Estava a trabalhar no fundo do poço quando começou a chover. Não demos por nada De repente começamos a ouvir um barulho ensurdecador e mal tivemos tempo para fugir do poço que de um momento para o outro ficou alagado ”* É curioso notar que este poço apesar de implantado nos xistos, tem um comportamento muito parecido como ao de um meio cársico (análise química da água indicia este fenómeno apesar de não existirem calcários no local)

.No campo vimos que na área fracturada predominavam os grauvaques sobre os xistos Nestas circunstâncias os grauvaques comportar-se-iam praticamente como rochas porosas circulando a água por um conjunto de poros (pequena circulação) e ao mesmo tempo ao longo da falha (grande circulação).

Os xistos dificultam a circulação da água ocasionando aquíferos pendurados. Pareceu-nos ter ocorrido este fenómeno nas proximidades do poço B: ao ensaiar o furo F1 executado sobre a falha atrás referida e no cone de rebaixamento do poço B (na altura sem água) esta subiu cerca de 2 metros no poço, para pouco depois desaparecer.

Quando constatamos que os níveis piezométricos se encontravam para além da profundidade máxima dos poços executados. Iniciamos uma série de pesquisas através de furos designados por furos (1, 2, 3, 4) abertos sobre a referida falha, que, depois de ensaiados deram os seguintes caudais: 3,75 l/s -1 l/s - 0 l/s-0,5 l/s .Tratam-se de caudais obtidos antes da construção dos açudes Estes resultados levou-nos a seguinte pergunta: Porque foram produtivos os furos 1 e 2, pouco produtivo o 4, e improdutivo o 3 ?

A resposta parece ser simples: os furos 1 e 2 encontravam-se numa zona fracturada litológicamente mais permeável. O furo 1, perfurou uma zona fracturada com mais de 90 metros, os furos 4 e 3 apesar de localizados na mesma falha sofreram os efeitos de uma segunda falha “drag fold”, cujos efeitos se fizeram sentir com maior intensidade no furo 3, do que no furo 4. Esta falha teria provocado, no contacto entre os blocos autóctono e alóctono, argila fina de natureza impermeável como de resto foi observado nas amostras dos furos. (ver esta falha na imagem de satélite que se anexa) Com base nestes dados admitimos que o ideal seria executar uma albufeira que serviria de recarga subterrânea aos furos e poços

Muitos anos mais tarde em 1995, foram executados mais 2 furos nas proximidades da falha carregada furos 5 e 6 sobre os quais nos iremos pronunciar mais adiante, mas cujos resultados não deferiram muito dos que já aí existiam.

Estando os açudes em construção, choveu torrencialmente durante algumas horas a ponto de os destruir. A Câmara não confiava nesta experiência. Aconteceu porém que a água retida na escombreira dos açudes destruídos foi suficiente para recarregar, não só os furos, como também os poços. Na altura mediu-se o coeficiente de transmissividade pelo método de Jacob e obtivemos valores compreendidos entre 14 m²/dia a 63 m²/dia Utilizou-se este método pelo facto de se admitir, como atrás se disse existir permeabilidade em pequeno

Tratando-se de xistos portanto rochas com pequeno coeficiente de armazenamento ficamos admirados com os caudais daí extraídos

Estes factos levaram a Câmara a disponibilizar uma verba especial para a reconstrução dos açudes

RECARGA ARTIFICIAL

Poucos conhecimentos tínhamos sobre a recarga artificial dos aquíferos. O “know how” adquirido na construção de “chimpacas” em Angola foram úteis. Sabíamos que a água infiltrada iria modificar os seus parâmetros, o que de resto veio a acontecer, conforme se deduz das análises químicas.

Foram construídos 3 açudes de dimensões variáveis que designaremos por:

- açude 1 ou de regularização da ribeira
- açude 2 ou de infiltração da água
- açude 3 ou de armazenamento da água

AÇUDE 1

Este açude foi construído par servir de recarga ao “poço A” situado a cerca de 60 metros daquele. Os objectivos não foram plenamente atingidos porque a argila existente na falha carregada,(ver figura) parece ter colmatado a circulação subterrânea. Mesmo assim a água infiltrada no poço provinha quer do açude, quer do espelho de água existente na ribeira resultante da descarga do açude. Retomaremos este assunto mais adiante por ter interesse.

AÇUDE 2

Construído a cerca de 400 metros para montante do açude 1, sobre a zona fracturada (falha de direcção N70°W) passou a recarregar não só os furos 1 e 2 como também o poço B. A sua influência fêz-se sentir mais para montante junto do poço C.

Este açude modificou completamente as características hidrogeológicas do local, passando os níveis piezométricos a serem mais elevados.

Para que a infiltração resultasse em pleno era necessário que o leito do açude estivesse limpo, e sem argila. A limpeza do leito dever-se-ia efectuar-se por métodos manuais, evitando processos mecânicos, para as lâminas da escavadora não escareficar a rocha e diminuindo assim o poder de infiltração da água pelas fendas e diaclases da rocha

AÇUDE 3

É o maior de todos. Armazena e decanta a água. Esta água é transferida sempre que necessário para o açude 2 (anteriormente referido). No inverno e nos períodos de intensa precipitação, isto não é possível e a água da chuva barrenta passa pelos descarregadores dos 3 açudes.

QUIMISMO

Nos quadros a seguir mencionados, procuraremos efectuar algumas considerações sobre a qualidade química das águas antes e depois da recarga nas diversas captações.

Os resultados seriam mais fidedignos se tivessem sido efectuados um maior número de colheitas.

Não foi possível efectuar um diagrama triangular por não ter sido determinado pelo laboratório químico alguns parâmetros imprescindíveis.

Verificamos que através da infiltração da água no solo conseguimos eliminar a matéria orgânica e nitritos. Enriquecemo-la todavia com sais minerais.

Observando as análises do furo 1 antes e depois da recarga, constatamos que a mineralização aumentou, nomeadamente em bicarbonatos, sulfatos, calcio e magnésio o que condiz com a teoria de A.Custódio (Hidrogeologia Subterrânea 1º vol)

Comparando os resultados das análises da água colhida no furo 1, com a do poço B, e, estas no conjunto com as águas de superfície. vemos que a água do poço é menos mineralizada do que a do furo, o que pode ser devido a um enriquecimento de minerais em profundidade.

A distância entre os furos 1 e 2 é de cerca de 500 metros. Apesar de localizados sobre a mesma fractura a água do furo 2 é mais mineralizada do que a do furo 1 o que parece reflectir a composição mineralógica da rocha por ela atravessada, além de um maior percurso.

2ª PARTE (15 anos depois)

Em 1985 a recarga dos aquíferos a partir dos açudes, mostrou-se insuficiente, não só devido a irregularidade das chuvas como também devido a expansão da vila. Para fins agrícolas a DGEA construiu 2 barragens, mas que passaram mais tarde a abastecer a população. Barragens de Monte dos Clérigos e Boavista.

Actualmente a barragem de Boavista é a fonte abastecedora de Almodovar nos períodos secos, sendo no inverno abastecida com águas de origem subterrânea.

Na seca de 1995 esta barragem encontrava-se no seu nível mais baixo. Quando se procedia a bombagem de água para a central elevatória, os peixes revolteavam-se a procura de oxigénio do ar, provocando o arrastamento conjunto da água já de si castanha, com argilas e lodos, que destruíam em poucas horas os filtros de areia. Para evitar esta situação a água passou a efectuar um estágio no açude 2 (açude de recarga) onde se decantava para depois ser bombeada para a central elevatória. A cor castanha, apesar da aeração a que se sujeitava na estação tratamento, mantinha-se. Atenuava-se misturando-a com água subterrânea, já em si escassa. Este facto levou a efectuar os furos 5 e 6 um junto da central elevatória, e outro a uns escassos metros do açude .O comportamento da recarga hidráulica foi diferente da que pensávamos. (ver o esquema evolução dos furos 5 e 6))

Assim o furo 5 junto da central elevatória e apesar de se situar apenas a 75 metros do açude 1 forneceu um caudal 1,5 l/s. No princípio a água provinha do açude 1. Mais tarde o furo passou a recarregar-se com água do poço e da água vadosa da ribeira dos Toucinhos. Um ano mais tarde o furo foi abandonado por ser improdutivo.

O furo 6 que no início se reabastecia do açude passou a uma determinada altura a reabastecer-se também com água do poço.A

Pretende-se através deste exemplo mostrar o aspecto aleatório da circulação da água em xistos.

Admitimos que estes factos se deveram a falha de carreamento existente junto da central elevatória, que já fora fotointerpretada, mas que procuramos ignorar na ocasião da execução dos furos...

A barragem de Monte dos Clérigos é actualmente utilizada para desportos náuticos

Eis aqui um exemplo como uma povoação que lutava com carência de água passou a ter abundância dela.

FURO 1

IÕES	Antes da recarga		Depois da recarga		água de superfície
	04-set-81	02-jul-81	04-fev-83	16-fev-83	05-fev-83
Ca	75.3	79.2	101.4	119.8	31.3
Mg	71	54.1	57.2	51.6	2.7
Fe	0.2	0.2	0.3	não ac.	não acusa
Na	57				
CO3H	329.5	341.7	341.7	360	48.8
SO4	118.9	122.2	141.6	151.4	42.4
Cl	149.1	106.5	134.9	138.5	74.6
NO2	0.001	0.001	0.003	0.003	0.05
NO3	0.01	0.01	0.004	0.04	2.4
Dur.Tot	40	42	48.8	51.1	8.9
Dur.Carb,	26.4	24.6	27.7	22.2	
Dur,nãoCarb	21.6	17.4	21.1	28.9	
Ph	8.14	7.21	7.33	7.84	8.26
Conductiv.	1160	980	1220	1270	426
	1	2	3	4	5

- 1-Água fortemente mineralizada,bicarbonatada ,sulfatada dura e incrustante
2-água medianamente mineralizada ligeiramente incrustante
3-água fortemente mineralizada,cálcica bicarbonatada,dura, incrustante
4-água fortemente mineralizada ,cálcica,bicarbonatada, dura ,incrustante
5- água fracamente mineralizada suspeita de inquinação devido a presença de nitritos e excesso de matéria orgânica

ÁGUA DE SUPERFÍCIE COM A SIMILAR INFILTRADA NO POÇO B E FURO 1

Fev-82

íões	ÁGUA DE SUPERFÍCIE	FURO 1	POÇO B
calcio	31,3	1270	85,3
magnésio	2,7	5,6	41,1
ferro	não acu.	não acu	não ac
sódio			
bicarbonatos	48,8	366	213,5
sulfatos	42,4	151,4	107,4
cloretos	74,6	138,5	67,5
nitritos	0,05	0,003	0,003
nitratos	2,4	0,04	0,03
dur.tot.	8,9	51,1	38,2
dur.carb		22,2	24
dur não carb			14,2
pH	8,26	28,9	7,42
condutividade	426	7,84	890

em 1983.-

Qualidade fisico quimica do furo 1 e 2
(colheita simultânea)

íões	furo 1	furo 2
calcio	75,3	120,2
magnésio	71	135,7
ferro	0,2	0,78
sodio	57	165,6
bicarbonatos	329,5	597,9
sulfatos	118,9	219,7
cloretos	149,1	358,6
nitritos	0,001	0,001
nitratos	0,01	0,1
dur.tot	40	86,2
dur.carb.	26,4	44,1
dur.não carb.PH	21,6	42,1
pH	8,14	7,14
condutividad	1160	2250

Furos executados na campanha da seca 1995 furos 5 e 6

Determinações	furo 5	furo6	V.M.R. mg/l	V.M.A.mg/l
aspecto	limpida	limpida		
cor	incolor	incolor		
cheiro	inodora	inodora		
pH	6.8	6.9		
solidos tot dissolv	647	724		1500
cloretos	92	117	25	
sulfatos	24	50	25	250
alcalinidade	235	285		
sais de ferr	ac.acentuat.	ac. levem.	0.05	
Azoto nitrico	não acusa	não acusa	25	0.2
azoto nitroso	não acusa	não acusa		50
azoto amoniacal	0.056	0.008	0.05	0.1
hidrogénio sulfur.	não acusa	não acusa		
oxidabilidade	1.6	1	2	0.5
condutividade			400	
dur.tot.carb.calc.	310	410		500

Um tanto apreciável constituído por algumas partículas cristalinas e pouco argilo ferruginosas.

Alguns protozoários

Água cujos parâmetros de análise química sumária estão dentro dos valores máximos admissíveis pelas normas em vigor para águas de consumo humano

Pela natureza do sedimento que apresenta aconselha-se sua análise bacteriológica

Análise química nºs 105 e 106 de 95/11/ 08

Laboratório da sub região de Beja

BIBLIOGRAFIA

- Hidrologia Subterranea- E.Custodio, M.R.Lamas, Omega
 Manual of Remote Sensing-American Society of Photogrammetry
 Intruduction à la Geologie Generale du Portugal-A.Ribeiro & allium
 Ground Water -R.Allan Freeze/ John A.Cherry-Prentice Hall
 Carta Geológica de Portugal folha 8 escala 1/200.000 Serv.Geol.Portugal
 Sistema de controlo de avenidas y recarga artificial -Custodio
 Structural and tectonic principles -Badgley, PeterC. Harper & Row