

SISTEMAS AQUÍFEROS DE PORTUGAL CONTINENTAL

**C. Almeida
J. J. L. Mendonça
M. R. Jesus
A. J. Gomes**



Dezembro 2000



SISTEMA AQUÍFERO: QUERENÇA – SILVES (M5)

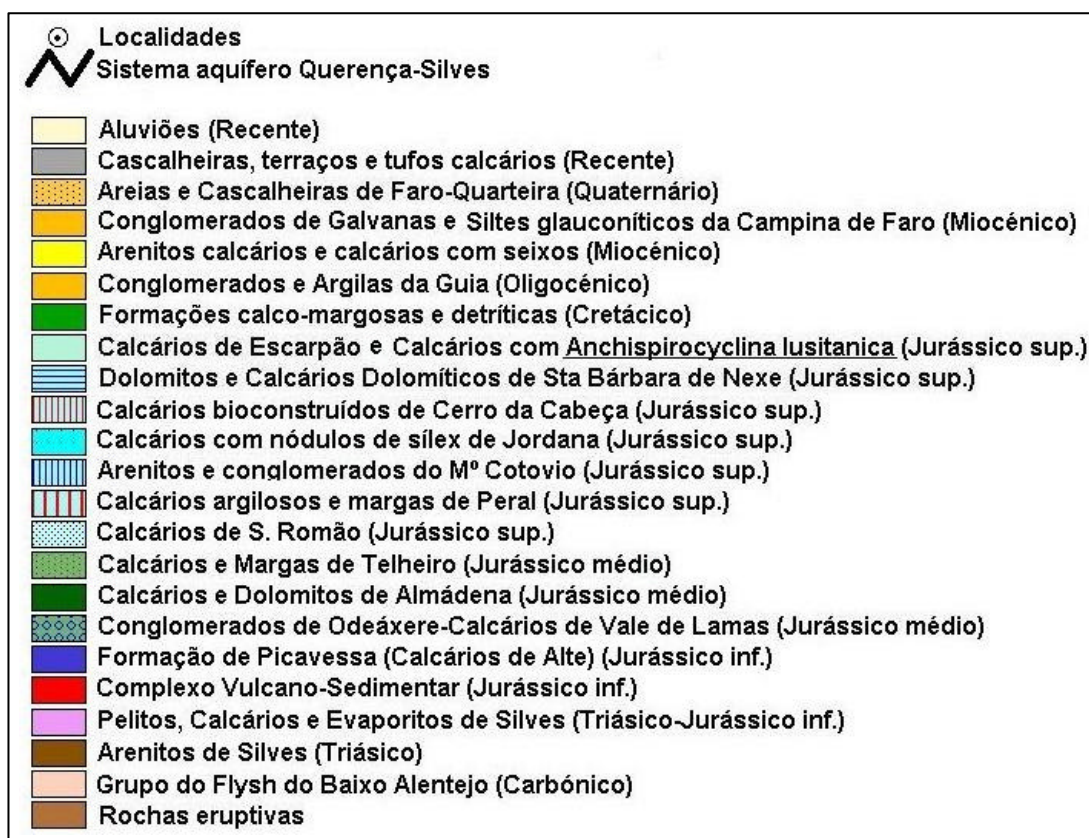
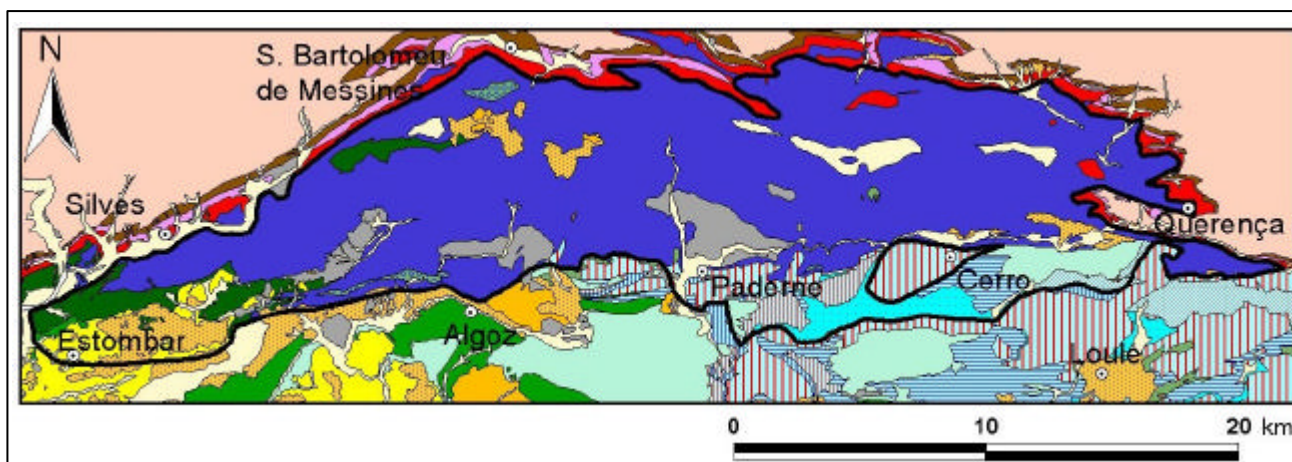


Figura M5.1 – Enquadramento litoestratigráfico do sistema aquífero Querença-Silves

Identificação

Unidade Hidrogeológica: **Orla Meridional**

Bacia Hidrográfica: **Ribeiras do Sotavento e Arade**

Distrito: **Faro**

Concelhos: **Albufeira, Lagoa, Loulé e Silves**

Enquadramento Cartográfico

Folhas 586, 587, 588, 594, 595, 596, 597 e 598 e 604 da Carta Topográfica na escala 1:25 000 do IGeoE

Folhas 49-D, 50-C e 52-B do Mapa Corográfico de Portugal na escala 1:50 000 do IPCC

Folha 52-B da Carta Geológica de Portugal na escala 1:50 000 do IGM

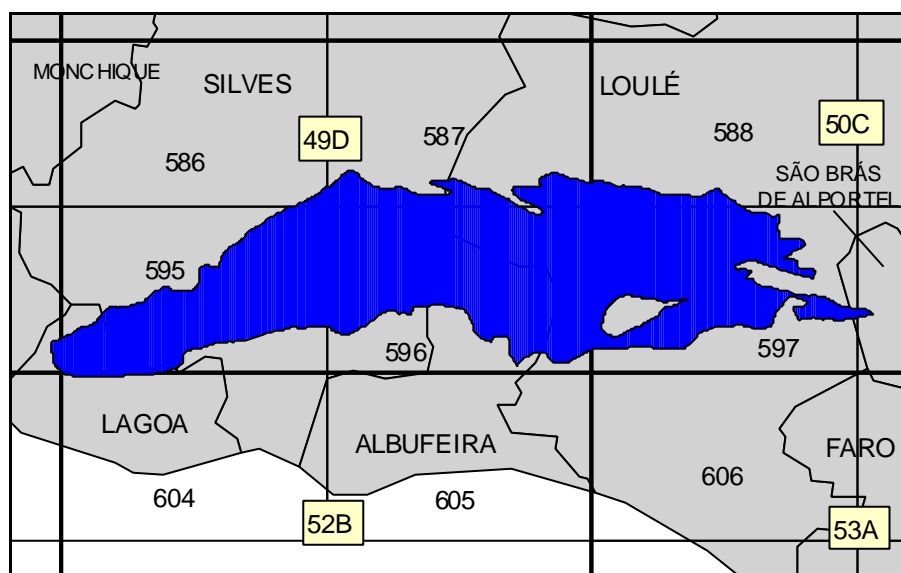


Figura M5.2 – Enquadramento geográfico do sistema aquífero Querença-Silves

Enquadramento Geológico

Estratigrafia e Litologia

As formações aquíferas dominantes são: a Formação de Picavessa (Calcários de Alte) (Jurássico inferior), Calcários e Dolomitos de Almádena (Jurássico médio), Calcários de S. Romão, Calcários com Nódulos de Sílex da Jordana, Calcários Bioconstruídos do Cerro da Cabeça, Dolomitos e Calcários Dolomíticos de Santa Bárbara de Nexe, Calcários de Escarpão, Calcários com *Anchispirocyclus lusitanica* (Jurássico superior).

A Formação de Picavessa inicia-se com uma brecha dolomítica a que se seguem dolomitos e calcários dolomíticos, geralmente maciços, de cristalinidade fina ou sacaróides. Apresentam

dolomitização em geral secundária e precoce mas que, em zonas de fracturas, é tardia e origina importantes variações laterais que atingem os calcários da unidade superior. Também se observam fenómenos de desdolomitização, provavelmente ligados a fenómenos de meteorização (Manuppella, 1992).

À Formação de Picavessa sobrepõe-se um conglomerado calcário (Conglomerado de Odeáxere), com pequenos afloramentos apenas a norte de Benaciate e a sul de Malhão, e os Calcários e Dolomitos de Almádena (Jurássico médio) que, à excepção do afloramento de Figueira-Pocinho, apenas bordejam a oeste as formações liásicas. Os Calcários e Dolomitos de Almádena são constituídos por 50 a 75 metros de dolomitos cristalinos branco-rosados aos quais se seguem cerca de 50 metros de calcários oolíticos, calcários bioérmicos, calcários pisolíticos, calcários calciclásticos e calcários dolomíticos, atribuídos ao Aaleniano-Bajociano inferior (Rocha, 1976).

Os Calcários de S. Romão são constituídos por um espesso conjunto carbonatado (400 metros) que inclui calcários micríticos compactos, calcários oolíticos, calcários corálicos e com crinóides e calcários oncolíticos, de idade Oxfordiano a Kimeridgiano (Manuppella, 1992).

Os Calcários com Nódulos de Sílex de Jordana, de idade Kimeridgiano, são compactos, um pouco argilosos, cinzentos escuros, em bancos médios, com abundantes silicificações secundárias. A sua espessura é variável, podendo atingir cerca de 100 metros (Manuppella, 1992).

Os Calcários Bioconstruídos do Cerro da Cabeça, do Kimeridgiano, são constituídos por bancadas de calcários compactos, cinzentos a rosados, com algumas passagens de brechas intraformacionais e bioérmicas. A espessura das camadas pode atingir dois metros, enquanto que a espessura total da formação se mantém entre 30 e 70 metros (Manuppella, 1992).

Os Dolomitos e Calcários Dolomíticos de Santa Bárbara de Nexe são constituídos por bancadas espessas de dolomitos e calcários dolomíticos de cor creme rosada, que devem corresponder, essencialmente, à dolomitização secundária dos Calcários Bioconstruídos de Cerro da Cabeça e, localmente, da parte inferior dos calcários com *Alveosepta jaccardi*, sendo por isso considerados de idade kimeridgiana (Manuppella, 1992).

Os Calcários do Escarpão são constituídos pela alternância de calcários compactos, calcários argilosos nodulares e margas, de idade Kimeridgiano a Titoniano e com cerca de 500 metros de espessura máxima (Manuppella, 1992).

Os Calcários com *Anchispirocyclina lusitanica*, do Titoniano, são constituídos por cerca de 120 metros de calcários em bancadas médias e espessa, frequentemente nodulares, intraclásticos e oolíticos, alternando com calcários argilosos e margas (Manuppella, 1992).

Os afloramentos das formações do Jurássico superior ocorrem de forma muito fragmentada no limite sul do sistema aquífero mas constituem no seu conjunto uma faixa com cerca de 2 km de largura e 20 km de comprimento, que acompanha as vertentes da margem esquerda da ribeira de Algibre, entre Clareanes e Paderne.

Tectónica

O sistema aquífero Querença-Silves apresenta dois domínios com características distintas: a norte da flexura de Algibre aflora grande extensão de rochas do Jurássico inferior em monoclinial inclinado para sul; ao longo da flexura uma faixa de terrenos do Jurássico superior

(na metade oriental) e médio (na metade ocidental) fortemente fracturados. Todavia, é possível definir várias dobras com eixos ENE-WSW a ESE-WNW (Terrinha, 1998).

São visíveis na cartografia geológica (Manuppella, 1992) um conjunto de falhas com orientações por vezes E-W mas em geral ENE-WSW, com grande expressão no bloco constituído pelo Jurássico inferior. A fracturação NW-SE é representada principalmente pela falha de S. Marcos da Serra – Quarteira, que atravessa o sistema aquífero diagonalmente de S. Bartolomeu de Messines a Paderne, e um conjunto de falhas com essa direcção que afecta o Jurássico superior a sudeste de Paderne. A fracturação submeridiana é, pelo contrário, menos evidente.

A falha do Algibre é considerada um cavalgamento em que o Jurássico inferior se sobrepõe ao Jurássico superior (Manuppella, 1992; Terrinha, 1998). Entre Salir e Ponte de Tor as falhas apresentam rejogo em extensão, enquanto as que se situam junto à flexura do Algibre são compressivas (Terrinha, 1998).

Hidrogeologia

Características Gerais

O sistema aquífero ocupa uma área de 318 km², estendendo-se segundo uma faixa de direcção E-W, entre Estômbar e Querença, sendo limitado a Norte pelos “Grés de Silves” e a Sul pelos calcários margosos e margas do Caloviano-Oxfordiano-Kimeridgiano, ambos com comportamento menos permeável (Andrade, 1989). No entanto, devido à complexidade dos padrões de afloramento, algumas áreas não apresentam qualquer interesse hidrogeológico, enquanto outras têm um funcionamento hidráulico independente.

As formações aquíferas carbonatadas do Jurássico constituem um sistema aquífero cársico, livre a confinado. Devido à estrutura tectónica destas formações, o sistema aquífero é dividido em subunidades com comportamento hidráulico próprio. É o que acontece nos sectores que alimentam a Fonte Grande (Alte), a Fonte do Salir e a Fonte Benémola, que representam algumas das nascentes mais importantes do Algarve Central. No entanto, dado que estas três fontes alimentam a ribeira da Quarteira, ela própria influente em alguns troços do sistema central, as subunidades não são totalmente independentes. Existe também outra subunidade em calcários do Jurássico superior, que é drenada pela Fonte de Paderne, e pela qual não se conhece com rigor as conexões hidráulicas com o sistema principal.

Dentre os aspectos geomorfológicos, com incidência na capacidade de infiltração, destacam-se as depressões cársicas de grande tamanho (poljes, por ex. a Nave do Barão), lapiás e dolinas. Porém, o fundo de algumas dessas depressões, assim como outras superfícies, encontram-se cobertos por sedimentos (aluviões, terraços e/ou *terra rossa*) com permeabilidade vertical por vezes baixa ou nula (Nave do Barão, Fonte Louzeiro, depressão a N de Purgatório, etc.).

A ribeira de Quarteira, no seu curso superior, apresenta troços influentes e efluentes e no seu curso inferior é influente, conhecendo-se sumidouros na região de Lentiscais e Cabanita. No entanto, alguns destes sumidouros só funcionam, episodicamente, quando a ribeira sai do seu leito.

Parâmetros Hidráulicos e Produtividade

As produtividades deste sistema aquífero são elevadas, como consta no quadro M5.1 (estatísticas calculadas a partir de 487 dados; unidades: L/s):

Média	Desvio Padrão	Mínimo	Q ₁	Mediana	Q ₃	Máximo
12,2	9,8	0,0	5,8	11,1	16,6	83,3

Quadro M5.1 - Principais estatísticas dos caudais

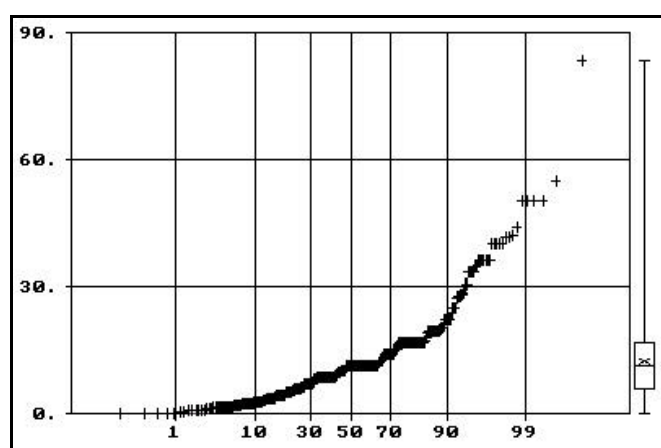


Figura M5.3 - Distribuição cumulativa dos caudais

A análise da repartição dos caudais no sistema aquífero mostra uma grande dispersão, que pode ser explicada pela heterogeneidade do maciço carsificado e pela existência de subunidades hidrogeológicas.

Valores de transmissividade foram calculados por Andrade (1989) a partir de 4 ensaios de bombagem. Os resultados são os seguintes: a Sul de Silves, foi encontrado um valor de 1006 m²/dia, a Norte de Paderne valores de 727 e 83 m²/dia, e a Oeste de Querença 155 m²/dia.

A Norte de Purgatório foram também calculados valores de transmissividade a partir de ensaio de bombagem entre 1200 e 1700 m²/dia. Os valores de coeficiente de armazenamento não apresentam tanta homogeneidade, variando entre 5×10^{-3} e 3×10^{-2} . Na região de Vale da Vila, a Este de Silves, os valores situam-se entre 3000 e 30000 m²/dia.

Análise Espaço-temporal da Piezometria

Para a caracterização da piezometria deste sistema existe um número considerável de dados que permite definir os principais aspectos, embora não seja suficiente para tentar esboçar um mapa piezométrico, devido ao facto de existirem algumas áreas desprovidas de observações.

A análise dos dados permite verificar a existência de sectores que parecem ser total ou parcialmente independentes. A falha de Quarteira parece desempenhar um importante papel no condicionamento da circulação subterrânea, pois verifica-se a existência de um

comportamento diferenciado entre os sectores a oeste e a leste da referida falha. De facto, enquanto que o sector ocidental apresenta uma relativa homogeneidade na distribuição dos níveis, com gradientes hidráulicos suaves, no sector oriental, além de apresentar valores de nível significativamente mais elevados, a distribuição apresenta-se bastante errática, sugerindo a existência de uma compartimentação que leva à constituição de subsistemas mais ou menos independentes.

De um modo geral, a direcção principal do fluxo subterrâneo é para Oeste, variando entre as direcções N-S e E-O. No entanto, existem anomalias locais, normalmente relacionadas com a presença de grupos de captações importantes, como por exemplo a Norte da Fonte dos Louzeiros, onde estão concentradas várias captações pertencentes à Câmara de Silves. Nota-se na análise da distribuição das isopiezas, as diferenças entre os sectores oriental e ocidental: a NE de Paderne, a maior densidade de curvas indica um gradiente hidráulico importante (cerca de 15⁰/₀₀, segundo Almeida, 1985) e uma baixa permeabilidade horizontal, enquanto para W, o maior espaçamento entre as curvas indica um aumento da permeabilidade horizontal e uma diminuição do gradiente hidráulico (cerca de 1,5⁰/₀₀ em média, *ibidem*). Este ressalto pode ser atribuído a uma barreira hidráulica de baixa permeabilidade, com a direcção NNW-SSE, correspondente ao acidente de S. Marcos da Serra-Quarteira (Andrade, 1989).

Observaram-se, em alguns pontos de água, níveis piezométricos anormais, comparados com a tendência geral: estes níveis eram bastante elevados e mostraram uma fraca variação ao longo do intervalo de tempo considerado. É o caso dos pontos de água situados a NNW de Alte (formações carbonatadas do Liásico limitadas a N e S por formações impermeáveis do Hetangiano), numa depressão em formações liásicas localizada no prolongamento para W da Nave do Barão, e na Nave dos Cordeiros. As características litoestratigráficas, tectónicas, geomorfológicas e hidrogeológicas destas zonas permitem supor que se trata de subunidades geológicas correspondentes a aquíferos suspensos (Andrade, 1989).

Em relação à evolução temporal dos níveis, os piezómetros apresentam comportamentos diferenciados em função dos sectores onde estão inseridos. Lopes (1995) faz um estudo comparativo dos vários tipos de comportamento. Nas figuras seguintes mostram-se alguns exemplos. Note-se que os piezómetros 596/259 e 595/215 apresentam oscilações perfeitamente paralelas mas as oscilações do último são cerca de 4 vezes inferiores às do primeiro. Esta comparação mostra que, embora as duas áreas onde aqueles piezómetros estão inseridos, reajam de forma muito similar, as oscilações no que está mais perto da área de descarga são muito mais amortecidas. Isto é devido ao aumento progressivo da carsificação e, portanto, da capacidade de armazenamento, no sentido do escoamento. Uma característica comum a todos os piezómetros é a recuperação dos níveis a partir de 1996, atingindo os valores médios da série de observações, apesar dos níveis nas áreas mais a jusante se apresentarem muito baixos no final do período de seca que terminou em 1995.

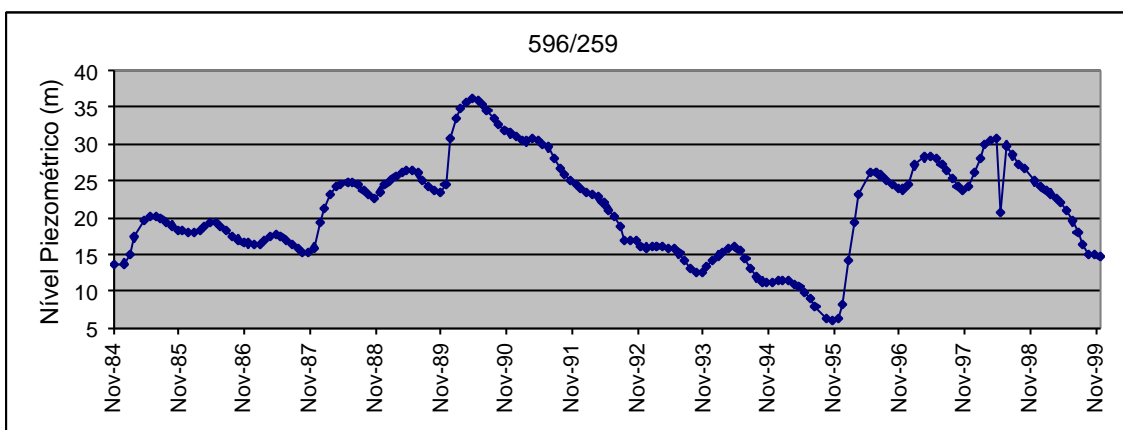


Figura M5.4 - Evolução do nível piezométrico no piezómetro 596/259

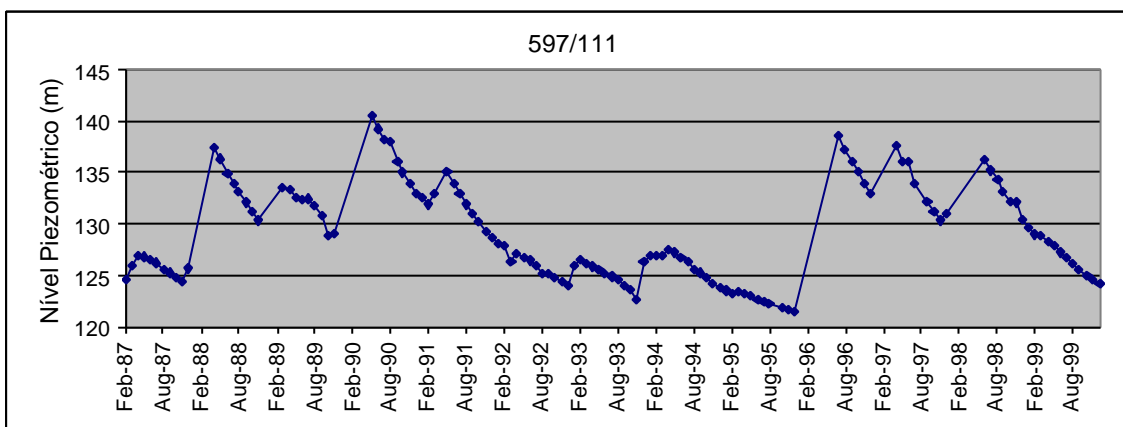


Figura M5.6 - Evolução do Nível Piezométrico no Piezómetro 597/111

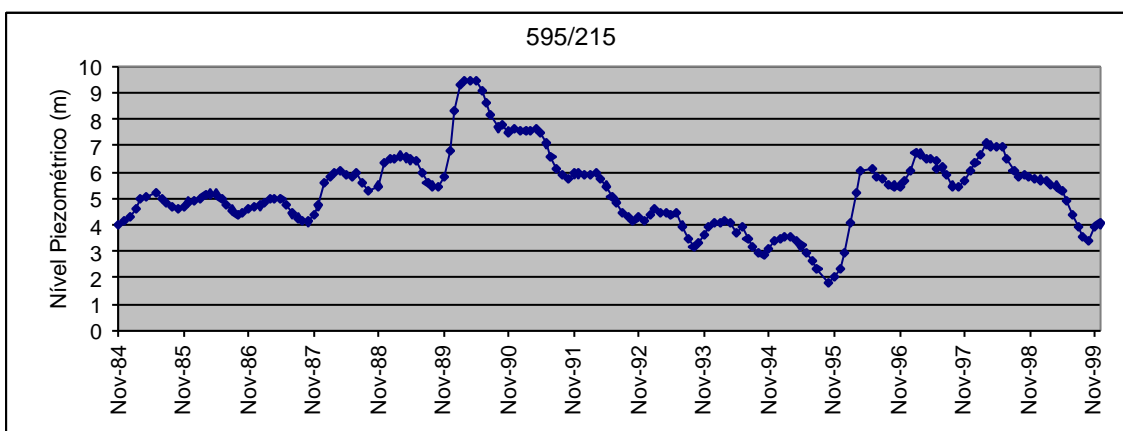


Figura M5.7 - Evolução do Nível Piezométrico no Piezómetro 595/215

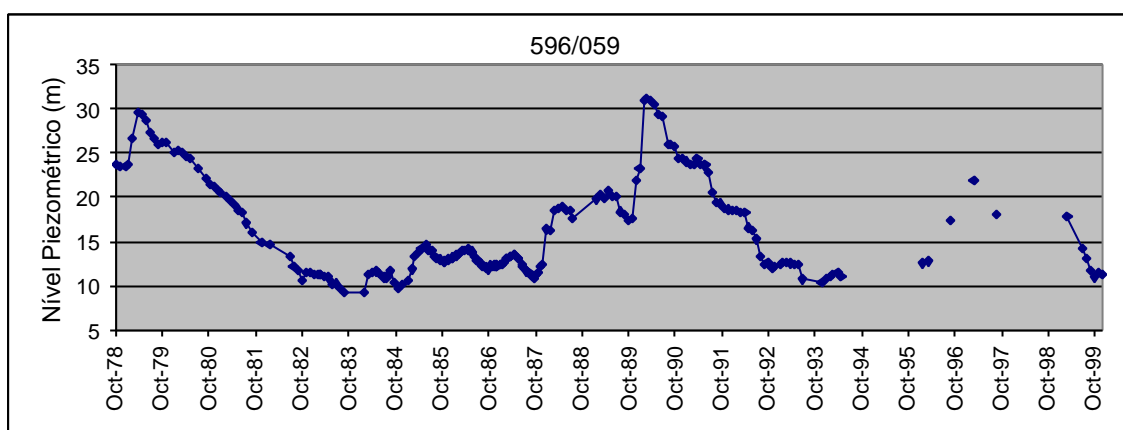


Figura M5.8 - Evolução do Nível Piezométrico no Piezómetro 596/059

Balanço Hídrico

Tratando-se do sistema aquífero mais importante do Algarve, a estimativa dos seus recursos médios renováveis torna-se crucial. No entanto, apesar de ser um dos sistemas que tem sido objecto de mais estudos, ainda se está longe de se poder apresentar estimativas rigorosas. Os diversos autores que se têm debruçado sobre este tema apontam valores muito variáveis. Costa (1983), considerando a dificuldade de se estimar a recarga do sistema, propõe que a mesma seja avaliada a partir do estudo das respectivas descargas. De facto, tal abordagem é válida, desde que se possa considerar que o sistema, em termos médios, se encontra em regime de equilíbrio. Tal parece ser o caso, pois a evolução dos níveis piezométricos não mostra nenhuma tendência persistente, parecendo, pelo contrário, manter os níveis médios estacionários, embora com importantes oscilações entre os períodos de seca e os períodos húmidos. O referido autor aponta como caudal escoado no final do ano hidrológico de 1980/81, através de várias nascentes situadas no limite ocidental do sistema, um valor de $5,813 \text{ m}^3/\text{s}$. Este caudal corresponderia a um volume anual superior a 183 hm^3 , já que resulta de se considerar o referido caudal constante, tendo o mesmo sido medido no final do ano hidrológico. Se tivermos em conta a área do sistema, 317 km^2 , o referido volume corresponderia a uma recarga média de 577 mm . Consideramos este valor altamente exagerado dado que aquela recarga excederia bastante o valor da precipitação do ano hidrológico de 1980/1981. Noutro trabalho (Costa *et al.*, 1985) é proposto como taxa média de recarga para os calcários do Lias e Dogger, que constituem a maior parte do sistema, 70% da precipitação. Rodrigues (1990) considerou um valor mais conservativo, correspondendo a 60% da precipitação. Almeida (1985), tendo em conta as taxas médias de recarga nas regiões mediterrânicas, geralmente situadas entre 40 e 60% da precipitação, mas, considerando que uma parte significativa do sistema se encontra coberta com depósitos de permeabilidade reduzida, propõe valores mais prudentes.

Para a estimativa da recarga média anual, determinou-se a área total do sistema tendo-se obtido 317 km^2 . No entanto, aproximadamente 47 km^2 são cobertos por depósitos impermeáveis ou pouco permeáveis: terraços, aluviões, etc. Para taxa de recarga admite-se um

valor de $40\pm 10\%$ pelo que, considerando uma precipitação média de 650 mm (média das estações: Arade, Vale de Barriga, São Bartolomeu de Messines e Paderne), se estimam os recursos médios renováveis em cerca de $70\pm 17 \text{ hm}^3/\text{ano}$.

As extracções para abastecimento público foram, em 1994, de cerca de 12 hm^3 distribuídos pelos seguintes concelhos: Silves, $7,3 \text{ hm}^3$; Lagoa, $2,2 \text{ hm}^3$; Albufeira, $2,5 \text{ hm}^3$ e Loulé, $0,25 \text{ hm}^3$ (segundo o Inventário Nacional de Saneamento Básico).

As extracções para rega são mais difíceis de estimar dado não haver inventários completos. A área do sistema coberta pela folha 596 do IGeoE é que dispõe de um inventário mais completo efectuado pela DRAOT Algarve. De acordo com este inventário, estimamos as extracções, na referida área, em $5 \text{ hm}^3/\text{ano}$. Para a área restante, estimamos um total de $6,5 \text{ hm}^3/\text{ano}$, por comparação com o inventário acima citado. Tem-se, portanto, um total de extracções para rega estimado em $11,5 \text{ hm}^3/\text{ano}$.

Uma outra abordagem, consiste em estimar a área regada e, arbitrando uma dotação média, estimar o total usado. De acordo com Andrade (1989), a área regada ocupa uma percentagem de 9% da área correspondente aos calcários do Lias e Dogger da folha 596 da carta militar 1:25 000. Este valor foi obtido por planimetria, a partir de foto aérea. Admitindo que aquela percentagem é válida para toda a área do sistema, obtinha-se um valor de 2850 ha ($28,5 \text{ km}^2$). Os consumos estimados para regadio são da ordem dos $6000 \text{ m}^3/\text{ha.ano}$ o que daria um total de $17,1 \text{ hm}^3/\text{ano}$. Como se pode verificar, o consumo obtido a partir da estimativa das áreas de regadio e das dotações de rega é substancialmente superior ao estimado a partir dos inventários. No entanto admite-se que a dotação atribuída esteja algo exagerada.

O total escoado pelas nascentes foi obtido a partir da média geométrica dos caudais diários medidos pela DRAOT Algarve. A média geométrica parece uma medida mais representativa da tendência central para este tipo de dados, pois o caudal das nascentes é caracterizado por um decréscimo exponencial entre cada pico de recarga. O total foi obtido a partir dos caudais médios diários, atingindo $21 \text{ hm}^3/\text{ano}$.

Qualidade

Considerações Gerais

A qualidade da água subterrânea deste sistema é influenciada fundamentalmente pelos processos de dissolução de carbonatos, pelo que apresenta uma dureza elevada, embora maioritariamente não excedendo o VMA, e concentrações elevadas em cálcio e magnésio. Dos restantes parâmetros, a condutividade, cloreto e sódio excedem maioritariamente os VMRs. A frequência de violações dos VMAs é relativamente baixa.

As fácies deste sistema são essencialmente do tipo bicarbonatadas cálcicas (ver Figura M5.9).

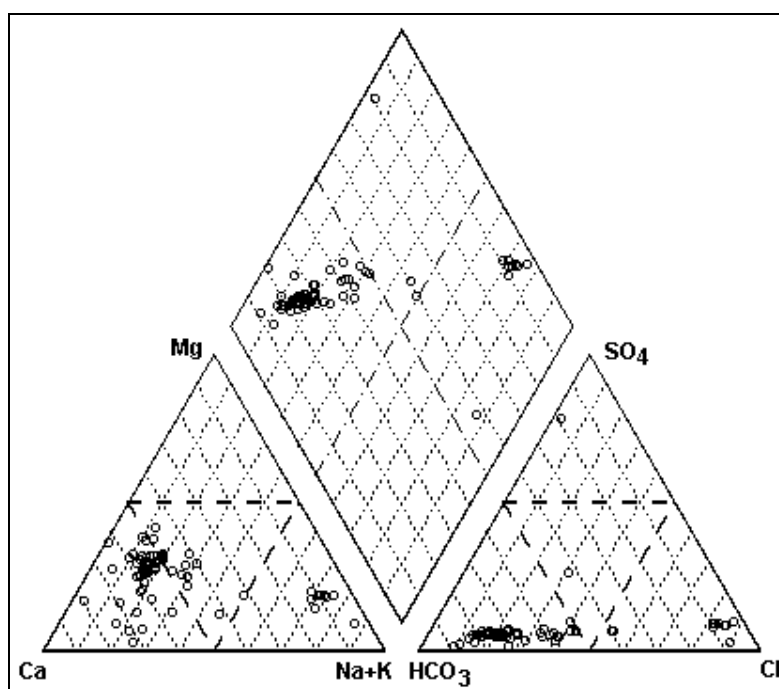


Figura M5.9 - Diagrama de Piper relativo às águas do sistema de Querença-Silves

As principais estatísticas apresentam-se no Quadro M5.2.

	n	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Q ₁	Mediana	Q ₃	Máximo
Condutividade (µS/cm)	55	1225	2239	302	632	729	849	13290
pH	354	7,8	0,3	6,8	7,6	7,8	7,9	8,9
Bicarbonato (mg/L)	74	385	50	75	366	385	403	549
Cloreto (mg/L)	383	137	417	16	50	64	92	6390
Sulfato (mg/L)	117	75	166	6	21	28	46	1280
Nitrato (mg/L)	117	16	28	0	7	10	17	283
Dureza Total (mg/L)	95	470	360	103	331	365	420	2420
Sódio (mg/L)	329	91	294	1	27	33	50	3600
Potássio (mg/L)	327	4,1	21	0,4	0,9	1,1	1,7	284
Cálcio (mg/L)	74	114	65	1	88	96	111	562
Magnésio (mg/L)	74	50	70	1	26	31	36	461

Quadro M5.2 - Estatísticas principais dos parâmetros físico-químicos do sistema Querença-Silves

Verifica-se que a tendência evolutiva, em relação ao nitrato, num dos pontos de água monitorizado pela DRAOT Algarve (594/161), é de um crescimento da ordem dos 2,5 mg/L por ano, desde 1995.

Qualidade para Consumo Humano

Para caracterizar este aspecto da qualidade química das águas do sistema, foram utilizadas análises anteriores a 1995 para a maior parte dos parâmetros, não se tendo usado mais do que uma análise por ponto de água. As análises mais recentes de sódio e potássio datam de 1992 e de cálcio e magnésio de 1993. No caso do ferro, nitritos, azoto amoniacal, fosfatos, oxidabilidade e manganês foram usadas análises recentes, incluindo mais do que uma análise por captação. A apreciação da qualidade face aos valores normativos consta do quadro seguinte (Quadro M5.3).

Parâmetro	Anexo VI			Anexo I -Categoria A1		
	<VMR	>VMR	>VMA	<VMR	>VMR	>VMA
pH	100	0	0	100	0	
Condutividade	5	95		84	16	
Cloretos	2	98		92	8	
Dureza total	88		12			
Sulfatos	41	59	8	91	9	8
Cálcio	57	43				
Magnésio	46	54	13			
Sódio	8	92	5			
Potássio	96	4	4			
Nitratos	87	13	3	87	13	3
Nitritos			2			
Azoto amoniacal	95	5	5	95	5	
Oxidabilidade	98	2	0			
Ferro	78	22	0	100	0	0
Manganês	100	0	0	100	0	
Fosfatos	100	0	0	100	0	

Quadro M5.3 – Apreciação da qualidade da água face aos valores normativos

Uso Agrícola

A maioria das águas analisadas pertencem a classe C_3S_1 (71%) e C_2S_1 (17%), que representam baixo risco de alcalinização e risco de salinização médio a alto (ver Figura M5.10). Registam-se ainda algumas ocorrências raras de águas pertencentes às classes C_3S_2 , C_4S_1 e C_4S_4 . Quanto aos parâmetros físico-químicos, a condutividade ultrapassa o VMR em 30% das análises, o cloreto em 50%, o nitrato em 3% e o índice SAR em 13%.

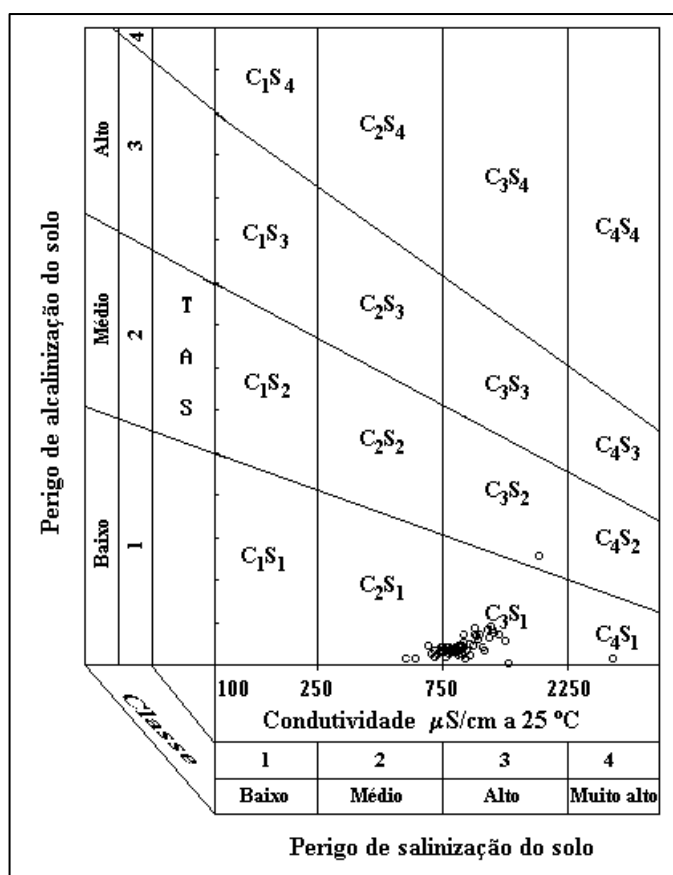


Figura M5.10 - Diagrama de classificação da qualidade para uso agrícola

Bibliografia

Almeida, C. (1985) - Hidrogeologia do Algarve Central. Dissertação para a Obtenção do Grau de Doutor em Geologia. Departamento de Geologia da FCUL, 333 pág.

Andrade, G. (1989) - Contribuição para o Estudo da Unidade Hidrogeológica Tôr-Silves. Dissertação para a Obtenção do Grau de Mestre em Geologia Económica e Aplicada. Departamento de Geologia da FCUL.

Costa, E. (1983) - Hidrogeologia do Lias-Dogger a Oriente do Rio Arade. Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal, tomo 69, fasc. 1, pp. 107-145.

Costa, F. E., Brites, J. A., Pedrosa, M. Y., Silva, A. V. (1985) - Carta Hidrogeológica da Orla Algarvia, Escala 1:100 000. Notícia Explicativa. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.

Lopes, A. R. S. (1995) - Contribuição da Geomatématica para o Estudo da Dinâmica Espaço-Temporal do Sistema Aquífero Lias-Dogger do Algarve Central. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Mineralurgia e Planeamento Mineiro, IST, 113 pág.

Manuppella, G. (1992) - Tectónica das Bacias Sedimentares Meso-Cenozóicas, *in* Oliveira, J. T. , 1992. Notícia Explicativa da Folha 8, Carta Geológica de Portugal, escala 1/200 000. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 77-80.



Manuppella, G., Oliveira, J. T., Pais, J., Dias, R. P. (1992) - Carta Geológica da Região do Algarve, escala 1:100 000. Notícia Explicativa. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa. 15 pág.

Rocha, R. B. (1976) - Estudo Estratigráfico e Paleontológico do Jurássico do Algarve Ocidental. Ciências da Terra (UNL), Lisboa, vol. 2, 178 pág.

Rocha, R., Marques, B., Antunes, M. T. (1989) – Carta Geológica de Portugal na escala de 1:50 000 e Notícia Explicativa da Folha 52-B ALBUFEIRA. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa. 36 pág.

Rodrigues, J. D. (1990) - Inventário dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Algarve e Alentejo. Relatório 97/90, LNEC, 67 pág.

Terrinha, P. (1998) - Structural Geology and Tectonic Evolution of the Algarve Basin, South Portugal. Thesis submitted for the Degree of Doctor of Philosophy at the University of London, 430 pág.