

ALMEIDA, C. e M. LOURENÇO SILVA (1990)

**Hidrogeologia do Miocénico entre Albufeira e Ribeira
de Quarteira**

Geolis, revista da Secção de Geologia Ec. e Aplicada, vol.
IV(1,2), p. 199-216.

HIDROGEOLOGIA DO MIOCÉNICO ENTRE ALBUFEIRA E RIBEIRA DE QUARTEIRA

ALMEIDA, C. e M. LOURENÇO SILVA¹

RESUMO

Neste trabalho são descritas as características hidráulicas e hidrogeoquímicas do Aquífero de Albufeira, bem como o seu enquadramento geológico, geometria e funcionamento.

O suporte litológico do aquífero são os biocalcarenitos da Formação Carbonatada Lagos-Portimão, que, na região, possui uma espessura de cerca de 80 m. Esta formação assenta, em discordância angular, quer sobre rochas cretácicas impermeáveis, quer sobre calcários jurássicos produtivos, e encontra-se coberta, em grande parte, por uma sequência detrítica com espessura situada entre os 10 e 30 m.

O aquífero é intensamente explorado para abastecimento e regadio e nele estão implantadas numerosas captações que exploram caudais que oscilam entre 1.3 e 71 l/s. A transmissividade tem uma distribuição lognormal com média de 540 m²/dia.

Do ponto de vista hidroquímico verifica-se a presença de uma zona central, com águas de mineralização total moderada, geralmente inferior a 1000 mg/l, caracterizada pela sequência aniónica $rHCO_3^- > rCl^- > rSO_4^{2-}$ e pela sequência cationica $rCa^{2+} > rNa^+ > rMg^{2+}$ ou $rCa^{2+} > rMg^{2+} > rNa^+$. Esta zona é ladeada por outras possuindo águas com mineralização mais elevada, verificando-se o enriquecimento em Cl^- , SO_4^{2-} , Na^+ e Mg^{2+} devido principalmente à dissolução de rochas evaporíticas.

O balanço hídrico aponta para uma recarga importante a partir dos calcários jurássicos situados a norte.

ABSTRACT

In this paper the hydraulic and hydrochemical characteristics of the Albufeira Aquifer are described as well as its geological framework and flow regime.

The water bearing formation is the "Formação Carbonatada Lagos-Portimão" mainly of carbonated nature that in the region reaches about 80m of thickness. This formation lies uncorformly on cretaceous rocks of low permeability and on permeable jurassic limestones. Is covered in great extension by clastic deposits whose thikness varies from 10 to 30m.

The aquifer is heavily exploited for public water supply and for agriculture. Several wells are drilled on it discharging 2 to 71 l/s. The values of transmissivity follow the lognormal distribution with a mean of 540 m²/day.

From the hydrochemical point of view it can be observed a central zone with moderatly mineralized waters (less than 1000 mg/L of TDS) characterized by the anionic sequence $rHCO_3^- > rCl^- > rSO_4^{2-}$ and by the cationic sequence $rCa^{2+} > rNa^+ > rMg^{2+}$ or $rCa^{2+} > rMg^{2+} > rNa^+$. This zone is sorrounded by others whose waters are more mineralized and enriched in Cl^- , SO_4^{2-} , Na^+ and Mg^{2+} due to the dissolution of evaporitic rocks.

¹ Departamento de Geologia da FCUL,
Centro de Geologia da Universidade de Lisboa (INIC)

INTRODUÇÃO

O litoral algarvio sofreu importantes transformações nas últimas décadas, sobretudo a partir dos anos 60, em resultado, não só da expansão explosiva do turismo, mas também da mudança no tipo de agricultura praticado que foi mudando progressivamente de sequeiro para regadio. Essas transformações originaram, consequentemente, uma maior procura de águas subterrâneas que constituíram, assim, um dos vectores decisivos na expansão económica da região. De facto as águas subterrâneas contribuem, praticamente na totalidade, para o abastecimento urbano e com cerca de 83% para o regadio. Uma das regiões mais paradigmáticas da evolução ocorrida nos consumos de água subterrânea é a que fica situada entre Albufeira e Ribeira de Quarteira.

Albufeira, elevada à categoria de cidade em 1986, foi abastecida até finais da década de 50 apenas por um poço de 33m de profundidade, prolongado por três furos com a mesma extensão, situado em Olhos de Água. Este poço, aberto em formações miocénicas, produzia um caudal de 20 l/s. No final da década de 70 existiam 5 captações camarárias, implantadas no miocénico, que produziam 100 l/s.

O concelho de Albufeira que possuía uma população fixa de cerca de 22000 habitantes e uma população flutuante de cerca de 60000 pessoas, no início da década de 80, utiliza, presentemente, 8 furos, situados entre Albufeira e a Ribeira de Quarteira, para abastecimento da rede camarária. Essas captações atingem profundidades compreendidas entre os 61 e 180 m e produzem caudais de 17 a 45 l/s. Nos Olhos de Água, onde existem duas daquelas captações camarárias em actividade, ocorre escoamento subterrâneo para o mar, provado pela existência de exurgências na praia, e mesmo já no mar, visíveis na maré baixa.

A expansão do turismo e de novas práticas agrícolas na área compreendida entre Albufeira e Ribeira de Quarteira levou a que ali fossem feitas muitas dezenas de furos, tanto para abastecimento de unidades hoteleiras, como por exemplo na Quinta da Balaia, Açoteias, Balaia, Alfamar e Montechoro, como para agricultura de regadio.

Os caudais obtidos de uma amostra de 114 captações têm valores extremos de 71 l/s e 1.3 l/s e média de 9.7 l/s.

Em 1980 foram extraídos das 8 captações camarárias referidas atrás, cerca de 1.5 Mm³, estimando-se que as extracções totais para consumo humano e para regadio, cuja área é de cerca de 250 hectares, sejam presentemente da ordem dos 2.5 Mm³/ano.

O objectivo deste trabalho é descrever as características do aquífero que forma o suporte principal das captações atrás referidas, constituído pelos calcários lumachélicos e biocalcarenitos miocénicos e que se estende para Leste de Albufeira até à Ribeira de Quarteira, limitado a norte por formações cretácicas e jurássicas, o aquífero de Albufeira (fig. 1).

TRABALHOS ANTERIORES

A geologia do Algarve Central, onde a área compreendida entre Albufeira e Ribeira de Quarteira está inserida, é razoavelmente conhecida. CHOFFAT (1887), PRATSCH (1958), RICHÉ (1962), PARANT (1963), ROCHA (1976), MARQUES (1983), REY (1983), BERTHOU *et al.* (1983), MANUPPELLA *et al.* (1984) e CORREIA (1989) deram contribuições importantes para o conhecimento das formações mesozoicas enquadrantes dos calcários miocénicos e dos depósitos plio-quaternários e quaternários que afloram na referida região. As formações terciárias foram estudadas por ROMARIZ *et al.* (1979), ANTUNES *et al.* (1981), ANTUNES (1983), ANTUNES *et al.* (1984) e PAIS (1982). Os depósitos plio-quaternários foram estudados por SILVA (1988).

A maior procura de águas subterrâneas no Concelho de Albufeira verificada a partir da década de 60 obrigou necessariamente a um melhor conhecimento das suas condições hidrogeológicas. A autarquia de Albufeira solicitou diversos relatórios a entidades oficiais como a Direcção-Geral de Recursos Naturais e Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa sobre a aptidão hidrogeológica da área abrangida por este concelho. Aspectos hidrogeológicos da mesma região, estão também incluídos em diversos estudos, sendo de referir PARADELA *et al.* (1971), ROMARIZ *et al.* (1980), COSTA *et al.* (1983). Aspectos mais pormenorizados do funcionamento e hidroquímica da mesma região foram publicados por ALMEIDA (1985) e SILVA (1988).

ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

1.1 Geologia regional e litostratigrafia

A unidade litostratigráfica que constitui o suporte do aquífero de Albufeira é a Formação Carbonatada Lagos-Portimão. É uma formação de natureza essencialmente carbonatada, constituída por biocalcarenitos amarelados, com moldes abundantes de lamelibránquios, equinídeos, etc., calcários arenosos e arenitos. A formação é de idade

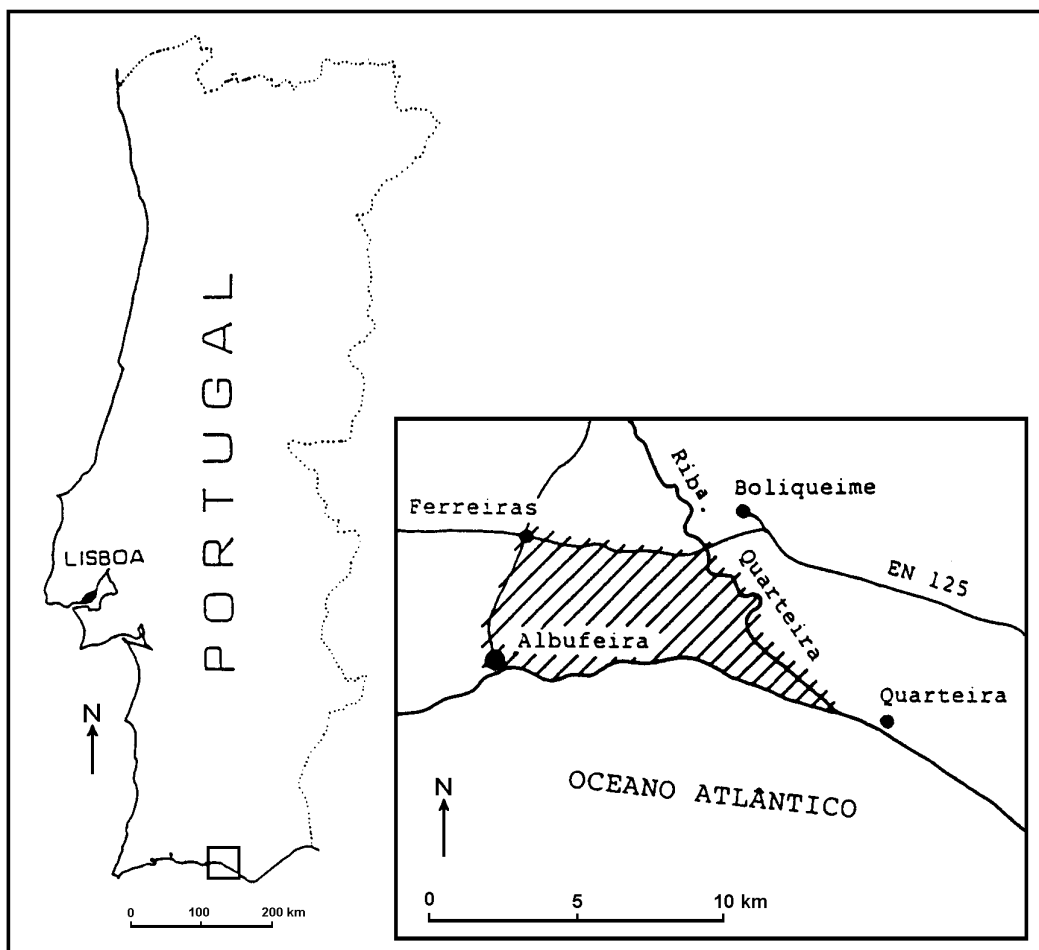


Fig. 1 – Enquadramento geográfico da área estudada.

miocénica, sendo a maior parte da unidade atribuída ao Burdigaliano, mas podendo os níveis mais inferiores pertencerem ao Aquitaniano e os culminantes ao Langhiano (Pais, 1982; Antunes, 1983).

Na região estudada neste trabalho, aquela formação constitui grande parte da arribal litoral situada entre Albufeira e a Praia dos Olhos de Água. Para o interior aflora em Albufeira, Areias de S. João e em vários retalhos isolados como na Balaia, Azinhal, área de Cardal e a sul de Pinhal (fig. 2).

A espessura da formação aumenta de norte para sul, atingindo 85 m entre Areias de S. João e a Quinta da Balaia, 75 m entre Vale Navio e Patã de Baixo e ultrapassando os 78 m na Várzea de Quarteira. Na fig. 3 são indicadas as espessuras obtidas a partir da interpretação de vários relatórios de sondagens, referenciadas na fig. 4, destinando-se a maioria delas a captações camarárias.

A formação tem uma estrutura sub-horizontal com inclinação de poucos graus para S-SE apresentando forte diaclasamento e algumas falhas locais, geralmente gravíticas.

A carsificação que atingiu a formação é apreciável estando, em geral, fossilizada por depósitos detríticos

mais recentes. A formação recente de dolinas de abatimento nas imediações das captações da Quinta da Balaia demonstra que a carsificação ainda se mantém activa.

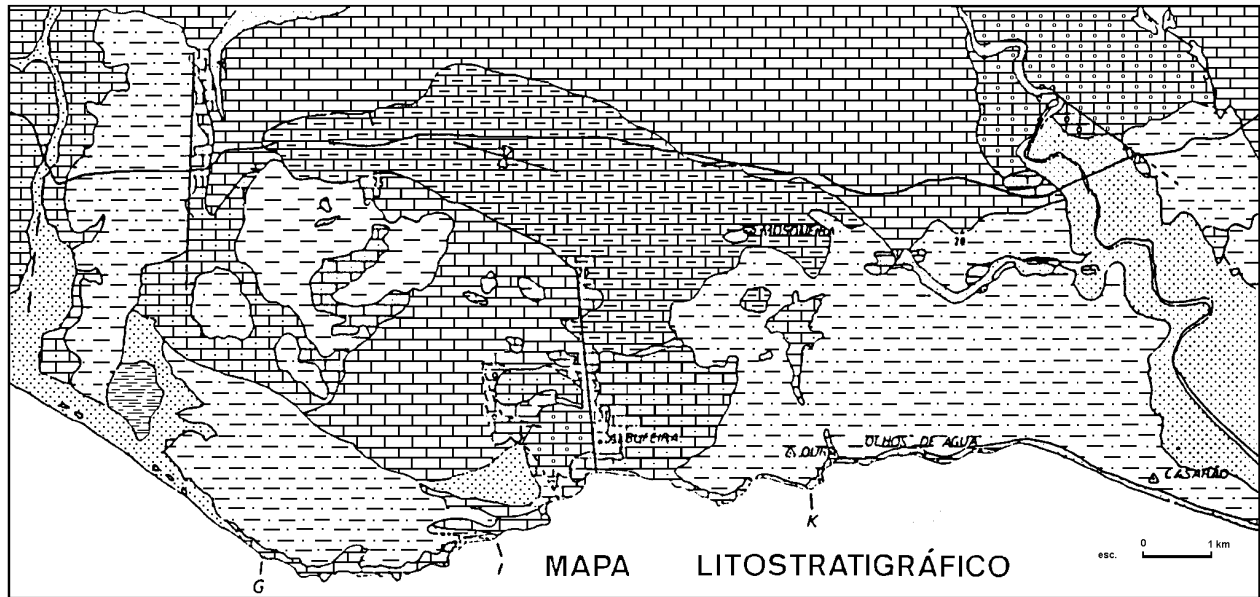
As formações que enquadram a unidade, ou lhe servem de substrato, têm idade que vão do Oxfordiano ao Aptiano. Assim, tem-se, de baixo para cima (Quadro 1):

-Margas e Calcários arenosos de Albufeira (Oxfordiano-Kimeridgiano inferior)

Esta unidade, equivalente lateral dos calcários margosos e margas do Peral, é constituída por alternância de calcários arenosos e/ou margosos, compactos, de cor amarelada e acinzentada e margas azul-acinzentadas, passando no topo a margas arenosas, azuladas a amareladas, com restos de vegetais incarbonizados. Aflora em Albufeira, sendo particularmente visível nos cortes da estrada Albufeira-Ferreiras e Albufeira-Guia.

-Calcários e Dolomitos do Escarpão (Kimeridgiano médio-Portlandiano).

Englobamos nesta designação várias formações dado que apresentam um comportamento hidrogeológico relativamente homogêneo. É constituída de, baixo para



(ADAPTADO DE: Rocha (1976); Romariz, Coord. (1979) e
FLS. 52-B e 53-A dos S. G. P.)

LEGENDA

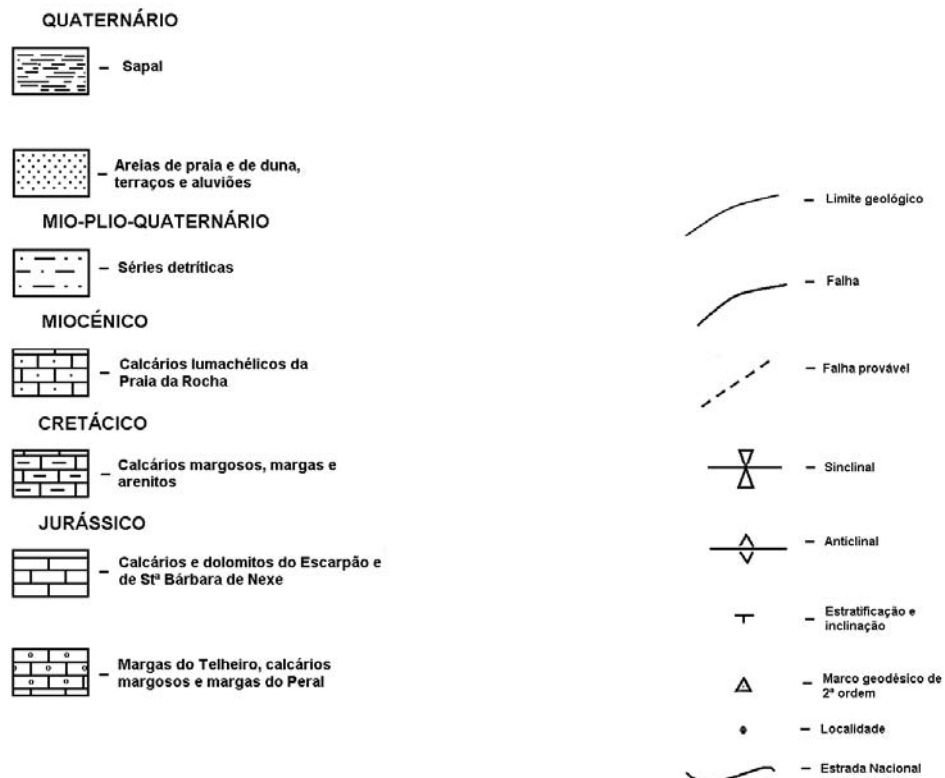


Fig. 2

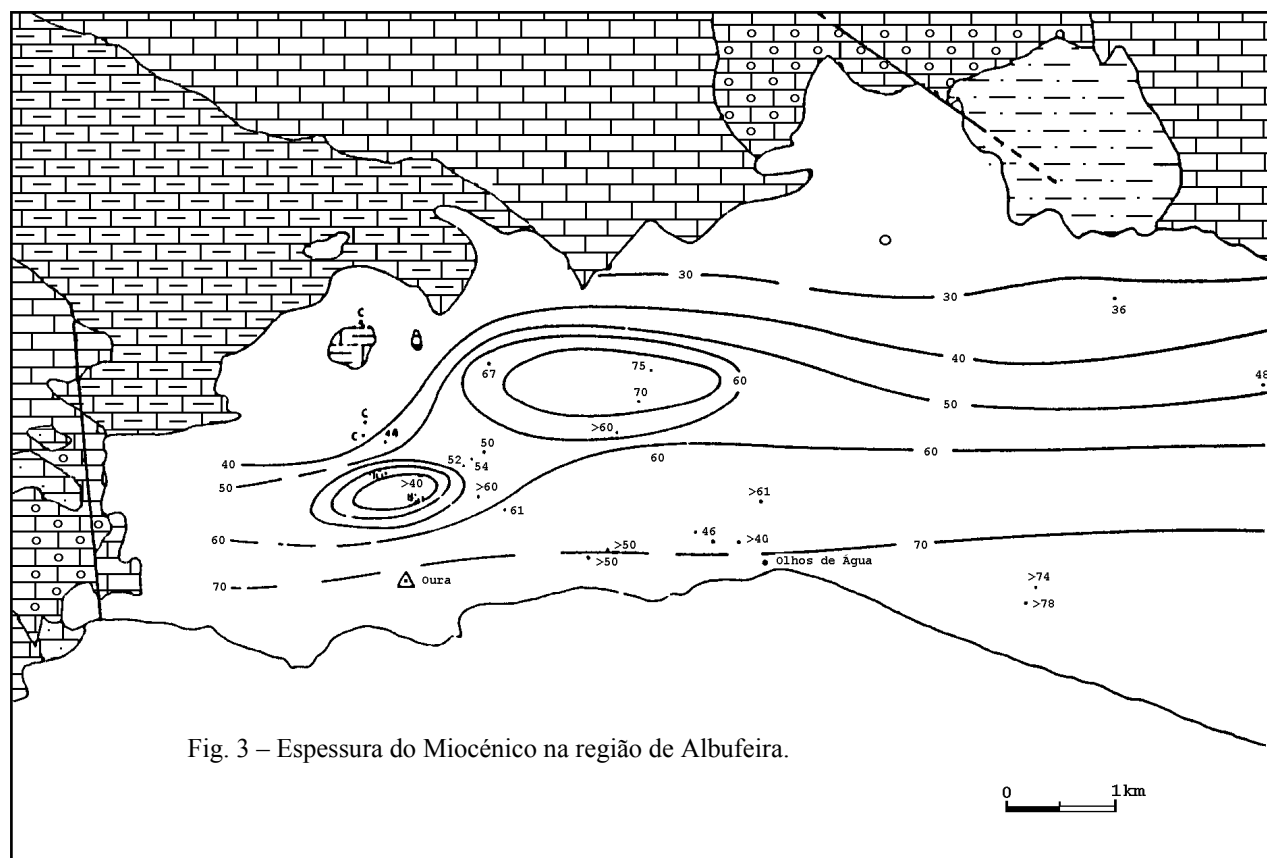


Fig. 3 – Espessura do Miocénico na região de Albufeira.

cima, por calcários compactos com coraliários, espongiários, crinóides, etc., por vezes siliciosos (Calcários recifais da Ribeira de Quarteira), calcários dolomíticos e dolomitos rosados ou amarelados, por vezes sacaróides (Calcários dolomíticos e dolomitos de Stª Bárbara de Nexe), calcários compactos cremes em bancos médios, com níveis com Nerineas e, na base, com oncólitos abundantes (Calcários com *Alveosepta jaccardi* de Escarpão), calcários compactos, cremes a cinzentos, por vezes com laminações e níveis intraclásticos, em bancos médios a espessos (Calcários com *Vaginella striata* e *Clypeina jurassica* de Escarpão), calcários compactos cremes, em bancos médios com algumas intercalações margosas (Calcários de transição de Escarpão), calcários compactos, cremes, em bancos médios, com intercalações calciclásticas frequentes e, na base, com passagens oolíticas (Calcários com *Anchispirocyclus lusitanica* de Fontainhas). Os calcários e dolomitos do Escarpão possuem uma espessura superior a 650 m, formando a ossatura de alguns relevos importantes e aflorando no planalto do Escarpão, desde o contacto com as Margas e Calcários arenosos de Albufeira na vertente da Ribeira de Quarteira, no Moinho do Cotovio, até Fontainhas. Este afloramento prolonga-se para sul, estendendo-se até Pinhal onde contacta com os calcários miocénicos.

-Arenitos do Sobral (Berriasiano)

Constituída por arenitos com calhaus de quartzo, conglomerados e argilitos, geralmente de cor avermelhada ou violácea, com incrustações ferruginosas. Localmente, como por exemplo 1 km a norte do Hotel Montechoro, a série termina com uma bancada de arenito muito dura de cimento silicioso. A espessura desta formação é de cerca de 50 m.

-Margas com *Choffatella decipiens* (Barremiano)

Constituída por margas, arenitos, calcários margosas e dolomitos. A espessura, na região de Albufeira é de cerca de 25 m.

-Calcários e margas com *Palorbitolina lenticularis* (Aptiano)

Esta formação é constituída por calcários compactos e margas de cor acastanhada, possuindo uma espessura de cerca de 10 m.

Na área estudada neste trabalho a Formação Carbonatada Lagos-Portimão contacta a oeste com os

Quadro I

Idade	Formação	Litologia	Litologia dominante	Hidrogeologia
Plio-Plistocénico	Areias de Quarteira	Arenitos grosseiros argilosos, com leitos conglomeráticos	Detrititos	Aquitardo
Serravaliano (?)	Areias de Olhos de Água	Conglomerados, areias feldspáticas		
Burdigaliano-Langhiano (?)	Formação carbonatada Lagos-Portimão	Biocalcarenitos, arenitos, calcários areníticos	Calcários	Aquífero
Aptiano	Calcários e Margas com Palorbitolinas	Calcários compactos de cor acastanhada, margas	Margas e Calcários	Aquitardo
Barremiano	Margas com <i>Choffatella decipiens</i>	Margas, arenitos, calcários margosos e dolomitos		
Berriasiano	Arenitos do Sobral	Arenitos com calhaus de quartzo, por vezes silicificados, siltes e argilas	Detrititos	
Portlandiano	Calcários com <i>A. lusitanica</i> das Fontainhas	Calcários compactos cremes, em bancos médios, com frequentes intercalações calciclásticas, por vezes com níveis de calhaus negros e, na base, com passagens oolíticas	Calcários e Dolomitos	Aquífero
	Calcários de transição do Escarpão	Calcários compactos cremes, em bancos médios com algumas intercalações argilosas		
Kimeridgiano superior	Calcários com <i>Vaginella striata</i> e <i>Clypeina jurassica</i>	Calcários compactos, cremes a cinzentos, por vezes com laminações e níveis intraclásticos em bancos médios a espessos		
Kimeridgiano médio	Calcários com <i>Alveosepta jaccardi</i> do Escarpão	Calcários compactos, cremes em bancos médios, com níveis ricos em Nerineas e na base com oncólitos abundantes		
	Calcários dolomíticos e dolomitos de Sta Bárbara de Nexe	Calcários dolomíticos e dolomitos brancos a róseos, sacaróides		
	Calcários recifais da Ribeira de Quarteira	Calcários compactos com coraliários, espongiários, crinóides, etc., por vezes silicificados		
Oxfordiano-Kimeridgiano inferior	Margas e calcários arenosos de Albufeira	Alternância de calcários arenosos e/ou margosos, compactos de cor amarelada e acinzentada e margas azul-acinzentadas com bioermas de polípeiros e espongiários passando no topo a margas arenosas, azuladas e amareladas com fragmentos de matéria carbonosa	Margas e calcários margosos	Substrato impermeável

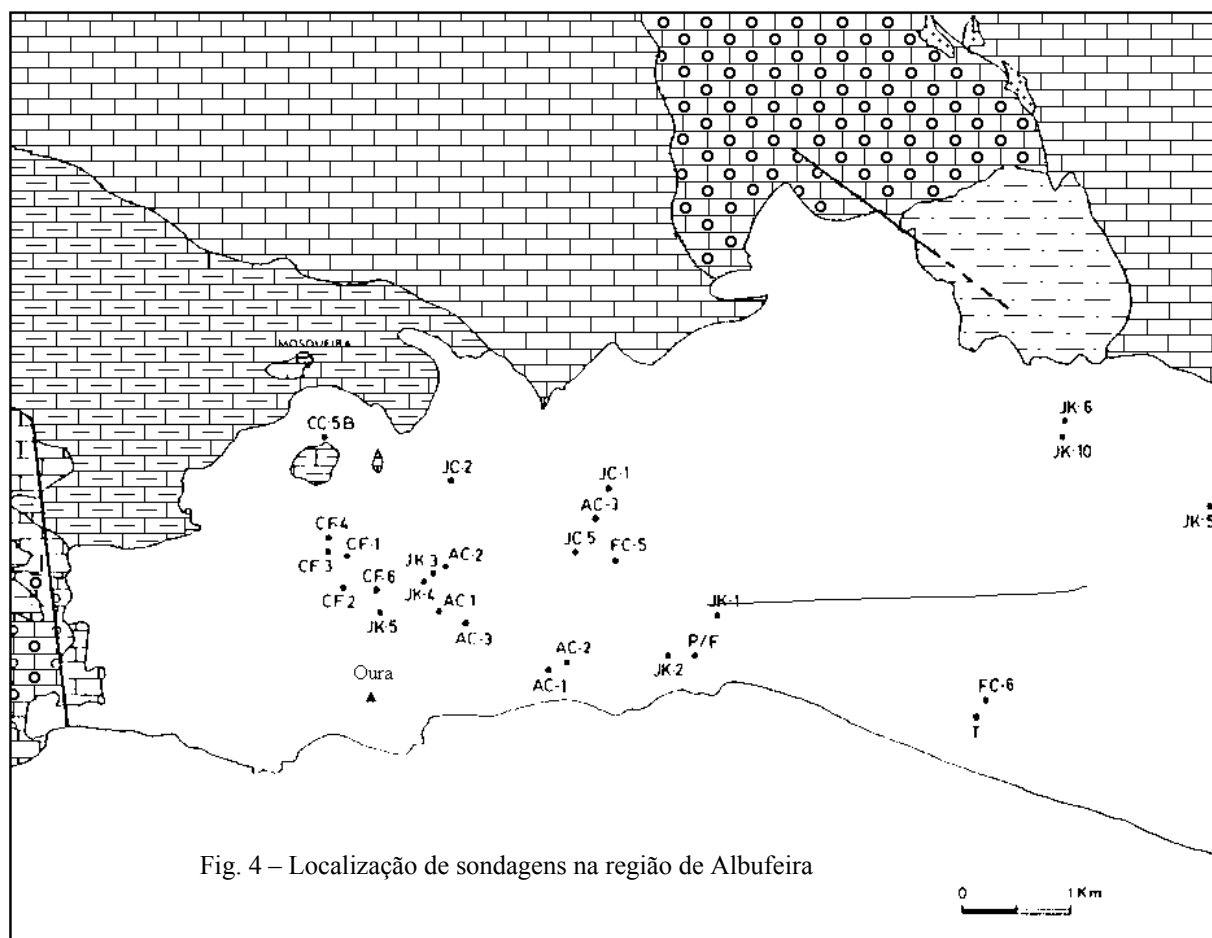


Fig. 4 – Localização de sondagens na região de Albufeira

Calcários e Dolomitos do Escarpão e com as Margas e Calcários margosos de Albufeira. A norte contacta em grande extensão com as formações detríticas e carbonatadas do Cretácico. Para leste do Pinhal, até à Ribeira de Quarteira o contacto faz-se novamente com os Calcários e Dolomitos do Escarpão.

Como já foi referido, os calcários miocénicos encontram-se cobertos, numa grande extensão, por formações detríticas mais recentes. O contacto faz-se através de discordância erosiva, bem visível, por exemplo, entre Olhos de Água e Praia da Falésia. Nessa região afloram os depósitos detríticos mais antigos. São areias esbranquiçadas e amareladas, por vezes feldspáticas, com leitos de seixos. Esta série, designada por Areias de Olhos de Água, foi atribuída por Antunes e Pais ao Serravaliano com base nalguns restos de vertebrados (ANTUNES, 1979).

Sobre as Areias de Olhos de Água assentam areias grosseiras argilosas, de cor avermelhada ou acastanhada, com leitos conglomeráticos: Areias de Quarteira. A idade desta formação é duvidosa atribuindo-se ao Plio-Pleistocénico.

A espessura máxima das formações detríticas é de cerca de 40 m mas os valores mais frequentes oscilam entre os 10 e 30 m.

1.2 TECTÓNICA

Para Leste de Albufeira o Miocénico carbonatado é tabular, inclinando ligeiramente para S-SE. Assenta através de discordância angular forte sobre os terrenos cretácicos e jurássicos.

A sedimentação miocénica foi fortemente condicionada por movimentos verticais como o comprovam as importantes variações de espessura que exhibe. Assim, nas imediações de Quarteira chega a atingir os 180 m enquanto que para Oeste da ribeira com o mesmo nome não ultrapassa os 80 m.

A subsidência daquele sector parece prosseguir até à actualidade.

A tectónica dos terrenos enquadrantes do Miocénico é condicionada pela existência de duas flexuras, uma de direcção WSW-ENE, passando por Sagres, Algoz e prolongando-se na direcção E-W até Vila Real de Santo António e outra ao longo duma linha que passa por Albufeira, Guilhim e Luz de Tavira (RIBEIRO et al., 1979).

Enquanto que, na região estudada, o Miocénico é tabular, junto da segunda flexura aparece afectado, prosseguindo a actividade até à actualidade (RIBEIRO et al., 1984). Aspectos dessa actividade podem ser observados em Poço de Boliqueime, a NE da área estudada, onde se observam dobras e cavalgamentos afectando rochas detríticas que afloram naquela região. São depósitos de fácies fluvial ou limnica, constituídos por arenitos e siltitos, com leitos conglomeráticos, de cor geralmente acastanhada, semelhante à dos depósitos do Cretácico, com os quais foram confundidos, na edição de 1981 da Carta Geológica de Portugal, folha 52-B, Albufeira. Colheitas efectuadas nestes depósitos forneceram ostracodos tendo sido identificados *Ilyocyprina cf. bradi* SARS 1890, acompanhado de valvas larvares de *Candonia sp.* O conjunto corresponde a fácies de água doce, provavelmente com fraco hidrodinamismo, tendo como idade provável Miocénico superior, ou mais recente (GUERNET, C., 1981, informação escrita).

As falhas visíveis na Orla Algarvia têm predominantemente orientação próxima da direcção NE-SW, isto é são subparalelas ao acidente de S. Marcos e NW-SE, ou seja aproximadamente perpendicular à anterior, sendo as falhas do primeiro tipo mais numerosas e mais importantes. Estas duas direcções correspondem às dos desligamentos tardi-hercínicos da península (ARTHAUD et al., 1975, RIBEIRO et al., 1979).

Há ainda a assinalar no Algarve Central a existência de estruturas diapíricas onde é injectado o complexo evaporítico hetangiano. Este aflora por exemplo no Anticlinal de Albufeira e na Ribeira das Lavadeiras ou acumula-se em grandes massas a profundidades variáveis (Loulé, Campina de Faro e Moncarapacho) (VICTOR et al., 1978).

Observações de campo e a partir da fotografia aérea dos terrenos do Algarve Central, com vista à definição da densidade e orientação dos principais sistemas de fracturas, efectuadas por GRILLOT & ALMEIDA (1982), permitem concluir que as direcções submeridianas N10E e N10W são dominantes nos afloramentos jurássicos e cretácicos e importantes no pliocénico. As direcções NNE-SSW, E-W e NW-SE estão normalmente bem representadas nas formações meso-cenozoicas.

O controlo estrutural da rede de drenagem do Algarve foi tratado por diversos autores, nomeadamente por GOUVEIA (1938), FEIO et al., (1949) e FEIO (1951), mostrando o terreno que as fracturas orientam localmente grande número de ribeiras ou troços delas.

O tratamento estatístico das direcções de troços de linhas de água com o comprimento mínimo de 1 km, que constituem a rede de drenagem compreendida entre os meridianos de Lagos e de Vila Real de Santo António, foi feito por Silva (1988). O estudo mostra que na área mesozoica a direcção preponderante das linhas de água é

coincidente com uma das direcções preferenciais, N85, dos sistemas de fracturação encontradas nos terrenos jurássicos (GRILLOT & ALMEIDA, 1982) e que as concentrações direccionais (azimutes 150-180) são identificáveis com as direcções preferenciais dos sistemas de fracturação encontrados nos terrenos miocénicos e pliocénicos pelos mesmos autores.

HIDROGEOLOGIA E CLIMATOLOGIA

O sector oriental e norte da área estudada está implantado na bacia hidrográfica da Ribeira de Quarteira. Esta possui uma área de cerca de 416 km² e a precipitação média anual é de 700 mm (série de 1959/1970). A Ribeira de Quarteira é efluente no seu troço terminal a sul da Ponte do Barão.

A bacia hidrográfica da Ribeira de Alcantarilha, apesar de não englobar a área estudada, é a bacia mais importante que a rodeia a leste e em parte a norte. Tem uma área de cerca de 176 km² e a precipitação média anual, calculada pelo método de construção de isoietas é de 547 mm.

As estações meteorológicas que rodeiam a área de estudo são, a oeste, a de praia da Rocha, a leste, a de Quarteira e a norte as de Barragem do Arade e de Paderne.

O quadro II apresenta valores médios anuais de precipitação, temperatura e evapotranspiração real na área de influência daquelas estações, calculados a partir dos dados climáticos respectivos (séries 1954/1983). O período seco na área de influência de cada estação foi determinado a partir da construção do diagrama termopluiométrico de Gaussen. Verifica-se que o mesmo tem a duração de cerca de 5 meses (Maio-Setembro) à volta das estações de Praia da Rocha, Barragem do Arade e Paderne e de cerca de 6 meses (Abril-Setembro) na área de influência da estação de Quarteira.

HIDROGEOLOGIA

1. Comportamento hidrogeológico das formações

A avaliação das características hidrogeológicas das formações que ocorrem na região de Albufeira permite elaborar uma coluna hidroestratigráfica onde se tem da base para o topo:

- Margas e calcários arenosos de Albufeira - pouco permeáveis

Formação explorada, em geral por poços, para pequenos abastecimentos domésticos. A zona saturada corresponde à parte superior descomprimida dos afloramentos, pelo que acompanha a topografia.

Quadro II - Parâmetros climáticos calculados de dados das Estações Meteorológicas (E.M.) e Postos Udométricos (P.U.) que rodeiam a área estudada.

Tipo	nº	Localidade	P (mm)	T (°C)	EVR (mm) - Turc
E.M.	433b	Quarteira	437	16.8	430
P. U.	433a	Paderne	630	16.8	515
P. U.	418a	Barragem do Arade	583	17.2	479
E.M.	439	Praia da Rocha	458	16.8	413

- Calcários e dolomitos do Escarpão - aquífero

Apresenta boas características hidráulicas, sobretudo nos termos mais dolomitizados. A parte superior da série é pouco permeável.

- Arenitos do Sobral e margas e calcários margosos cretácicos - pouco permeáveis

Os arenitos são explorados localmente por poços ou furos que têm, em geral, pouca produtividade. A água que deles se extrai, tem, por vezes, problemas de qualidade, nomeadamente pela presença excessiva de ferro.

As margas e calcários margosos também são explorados por poços de produtividade ainda menor do que nos arenitos, aproveitando a zona superficial descomprimida. A maioria das captações seca no Verão.

Formação Carbonatada Lagos-Portimão - aquífero

Esta formação constitui o suporte do aquífero de grande importância, na região de Albufeira, não só devido às características hidráulicas mas por se situar em zona de densidade populacional, que é das maiores do Algarve, e de grande turismo.

Formações detríticas mio-plio-aternárias - moderadamente permeáveis a pouco permeáveis

As várias formações detríticas que cobrem na quase totalidade a formação anterior, na área compreendida entre Albufeira e a Ribeira de Quarteira, apresentam permeabilidade reduzida, actuando como aquitardos. Foram explorados por poços, mas actualmente a maioria deles capta sobretudo das camadas miocénicas subjacentes, através de furos iniciados no seu fundo.

Verifica-se, portanto, que as formações consideradas como aquíferos (Calcários e dolomitos de Escarpão e Formação carbonatada Lagos Portimão) são constituídas por rochas carbonatadas, carsificadas, que assentam sobre séries margo-calcárias ou camadas areníticas, de fraca permeabilidade.

No entanto, por condicionalismos estruturais verifica-se a ausência dessas camadas isoladoras em certos locais (entre Pinhal e a Ribeira de Quarteira por exemplo), ocorrendo, portanto, conexão hidráulica entre os dois aquíferos.

2. Caudais e parâmetros hidráulicos

Foram obtidos dados referentes aos caudais produzidos por 114 captações implantadas nos calcários miocénicos. Embora estes dados sejam de qualidade variável e possam não representar fielmente as características hidráulicas desta formação, pensamos que no conjunto, e dado que se trata de um número relativamente elevado, fornecem indicações úteis. De facto, os valores referentes aos caudais podem ser inferiores aos valores óptimos, pois as sondagens foram feitas, na sua maioria, por empresas locais que, em geral, não dispõem de tecnologia adequada. O revestimento das captações, a colocação das zonas drenantes, a superfície útil destas, são, entre outros factores, a causa de elevadas perdas de rendimento. Pode também acontecer que o caudal de seja inferior ao que se pode extrair por este exceder o que o proprietário necessita.

Os valores extremos e parâmetros estatísticos referentes aos caudais das 114 captações são os seguintes, em l/s:

máximo - 71

mínimo - 1.3

média - 9.7

mediana - 8.3

desvio padrão - 7.6

A distribuição dos caudais em l/s por classes de frequência e a seguinte (fig. 5):

<4	7%	(8)
4-8	29%	(33)
8-12	43%	(49)
12-16	12%	(14)
16-20	5%	(6)
24-28	3%	(3)
28-32	1%	(1)
68-72	1%	(1)

Quer a correlação entre o caudal e a profundidade das captações (fig. 6) quer a correlação entre o caudal e cotas do fundo das mesmas mostra que há independência entre aquelas variáveis. De facto o coeficiente de correlação para o primeiro par é $r = 0.130$ e para o segundo 0.043 . A caracterização de parâmetros

hidráulicos dos calcários miocénicos foi feita a partir de ensaios de bombeamento e do estudo do efeito de maré.

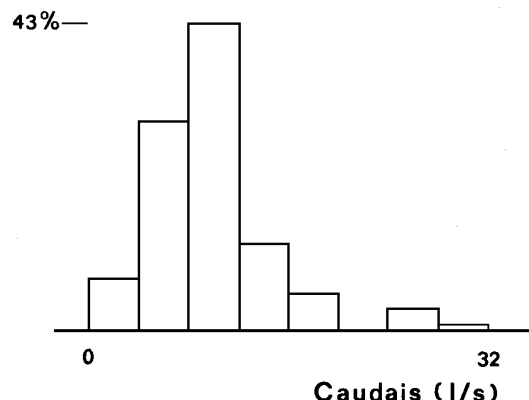


Fig. 5 - Distribuição dos valores de caudal das captações. Intervalo de classe 4 l/s.

Um ensaio de bombeamento na captação camarária JK3, usando leituras de rebaixamento numa captação situada 116 m de distância, foram obtidos, aplicando o programa SENSITHEIS:

$T = 3000 \text{ m}^2/\text{dia}$; $S = 0.02$

Usando as leituras de rebaixamento noutra

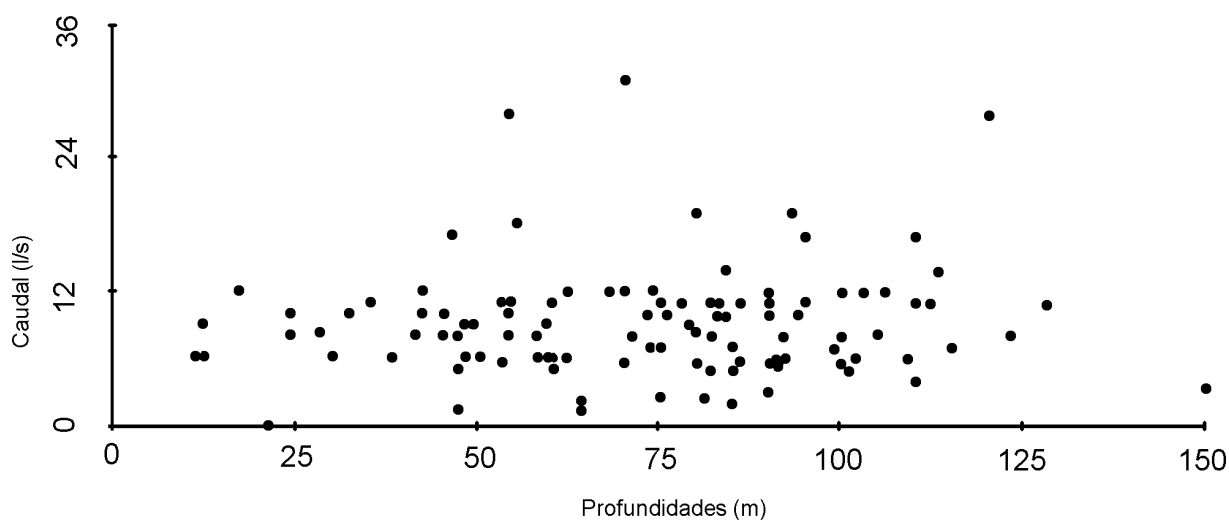


Fig. 6 – Relação entre caudal e profundidade das captações no Aquífero de Albufeira.

captação, situada a 87.5 m de distância (fig. 7) e aplicando o método de STRELTSOVA (1976) resultaram:

$T = 5300 \text{ m}^2/\text{dia}$; $S = 0.02$ e o coeficiente de armazenamento das fracturas $S^* = 2 \times 10^{-4}$. Com o programa SENSITHEIS, resultou:

$T = 5300 \text{ m}^2/\text{dia}$; $S = 0.14$.

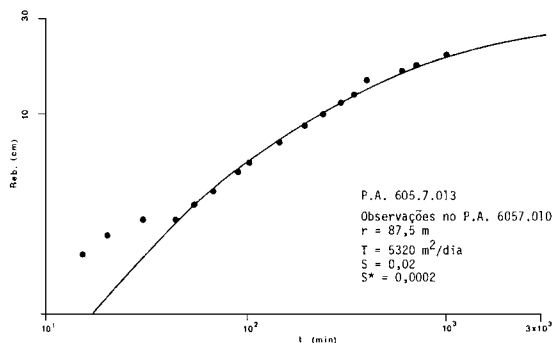


Fig. 7 - Gráfico log s / log t referente ao ensaio realizado na captação JK3.

Verifica-se que os valores de transmissividade são muito próximos enquanto que os valores referentes ao coeficiente de armazenamento se afastam consideravelmente.

A transmissividade obtida das leituras neste último piezômetro, excessivamente alta, reflecte heterogeneidade local e não parecendo ser representativa.

O valor obtido a partir dos dados do primeiro piezômetro aproximou-se mais dos valores normais para esta formação, embora mais alto do que é habitual. O valor de 0.02 para o coeficiente de armazenamento parece aceitável, mostrando que o aquífero, neste local não é confinado. Tal pode ser explicado por se tratar de uma zona com a superfície piezométrica deprimida, (fig. 8) por ser centro de extracções de grandes volumes, e como consequência desse rebaixamento a superfície piezométrica ficar abaixo do tecto do aquífero.

Os dados do ensaio de bombeamento na captação JK1 interpretados pelo método de STRELTSOVA (1976) e usando o programa SENSITHEIS, produziram os valores de transmissividade e de coeficiente de armazenamento seguintes:

SENSITHEIS:

$T = 2140 \text{ m}^2/\text{dia}$ $S = 3 \times 10^{-3}$

STRELTROVA:

$T = 2300 \text{ m}^2/\text{dia}$, $S = 2 \times 10^{-3}$; $S^* = 2 \times 10^{-5}$

A transmissividade e o coeficiente de armazenamento obtidos da interpretação de ensaio numa captação de grande diâmetro situada aproximadamente a 3 km, para NE do furo JK1, pelo método de Papadopoulos e Cooper, são respectivamente de (BAPTISTA *et al.*, 1979):

$T = 2600 \text{ m}^2/\text{dia}$; $S = 0.2$

O valor da transmissividade não se afasta muito dos valores obtidos noutros pontos; no entanto o coeficiente de armazenamento parece excessivamente alto e deve em parte ser devido à intersecção pelo poço de uma galeria natural (segundo informação do proprietário).

Valores de transmissividade foram igualmente obtidos de ensaios em 30 captações pelo método de OGDEN (1965). Os valores obtidos por este método, atribuindo um valor de 10^{-4} para o coeficiente de armazenamento e de 20 cm para o raio de cada captação, têm uma distribuição assimétrica e aproximadamente log-normal (fig. 9), com os extremos de $84 \text{ m}^2/\text{dia}$ e $3080 \text{ m}^2/\text{dia}$ sendo o valor médio $540 \text{ m}^2/\text{dia}$ e a mediana $235 \text{ m}^2/\text{dia}$.

A difusividade foi determinada por RAZACK *et al.*, (1980) e ALMEIDA e SILVA (1988) em vários pontos a partir do efeito de maré, aplicando modelo de aquífero semiconfinado, semi-infinito. Os valores obtidos situam-se entre 7000 e $423000 \text{ m}^2/\text{h}$, verificando-se que há um aumento da difusividade com o aumento da distância ao litoral, e correlação, à escala logarítmica, entre aquele par de variáveis.

HIDROQUÍMICA

A caracterização hidroquímica da unidade baseou-se, fundamentalmente, em amostragem efectuada em 1978, 1981 e 1987. Nas amostras colhidas foram analisados os seguintes parâmetros, usando os métodos indicados:

-sulfato, espectrofotometria

-cloreto, método de Mohr

-cálcio e magnésio, complexometria pelo EDTA

-dureza total, idem

-sódio e potássio, espectrofotometria de chama

-nitrato, potenciometria (1981 e 1987), espectrofotometria (1978)

-alcalinidade, volumetria

Foram, ainda, determinados a temperatura, o pH e a condutividade.

No Quadro III contém os extremos e principais

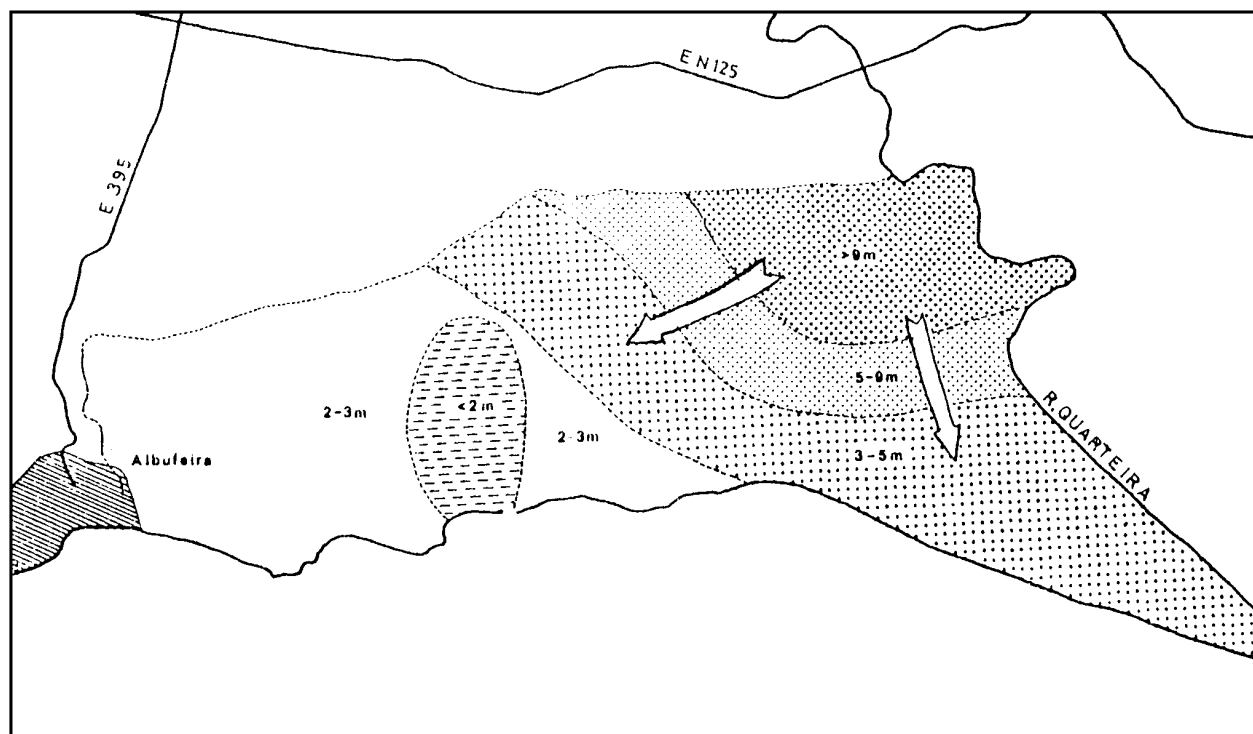


Fig. 8 - Situação dos níveis piezométricos em Janeiro de 1978 e principais direcções de fluxo.

estatísticas das colheitas de 1981 e 1987.

A distribuição espacial dos valores das diferentes espécies revela, em geral, a existência de uma zona central, entre Patã de Baixo e Roja Pé, com características bastante homogéneas, com águas de mineralização moderada (até 1000 mg/l de resíduo seco) cuja sequência aniónica dominante é $\text{rHCO}_3 > \text{rCl} > \text{rSO}_4$. As sequências catiónicas dominantes são $\text{rCa}^{2+} > \text{rNa}^+ > \text{rMg}^{2+}$ e $\text{rCa}^{2+} > \text{rMg}^{2+} > \text{rNa}^+$ (fig. 10). Nos limites desta zona observam-se modificações acentuadas do quimismo, normalmente expressas pelo aumento da concentração de determinados iões. Assim, tem-se a NW, centrada em Montechoro e a Leste, coincidindo aproximadamente com a Ribeira de Quarteira uma região com teores mais elevados de sulfatos, cloretos, cálcio e magnésio.

Estas variações podem ser explicadas pela ocorrência de rochas evaporíticas, incluindo gesso e salgema, provavelmente injectados em falhas, na região de Montechoro e perto da Ribeira de Quarteira. Nesta última região, essas massas evaporíticas poderiam actuar como barreira de permeabilidade baixa o que explicaria o ressalto nos potenciais hidráulicos entre os sectores Leste e Oeste daquela ribeira.

Dado que os potenciais mais elevados se situam a Leste haveria fluxo através desses materiais, na direcção oeste, o que explicaria a diferença de mineralização junto à margem esquerda, onde os sulfatos oscilam entre 50 e 90 mg/l e a margem direita onde chegam a 225 mg/l, verificando-se uma relação semelhante com os cloretos.

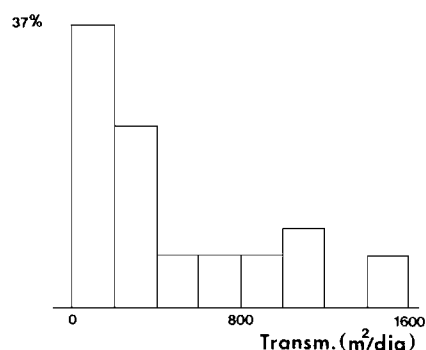


Fig. 9 - Distribuição de valores de transmissividade. Intervalo de classe 200 m²/dia.

Um mapa de superfície de tendência do 3º grau (fig. 11), ajustada aos teores de Cl^- (SILVA, 1988) ilustra o que foi dito. Também o diagrama de Piper (fig. 12) mostra uma dispersão elevada das fácies observadas, que vão do tipo bicarbonatado cálcico, típico dos aquíferos carbonatados ao cloretado-sódico que reflecte as influências atrás mencionadas.

O estado de equilíbrio em relação à calcite, dolomite e gesso foi avaliado calculando os

Respectivos índices de saturação (ALMEIDA, 1982).

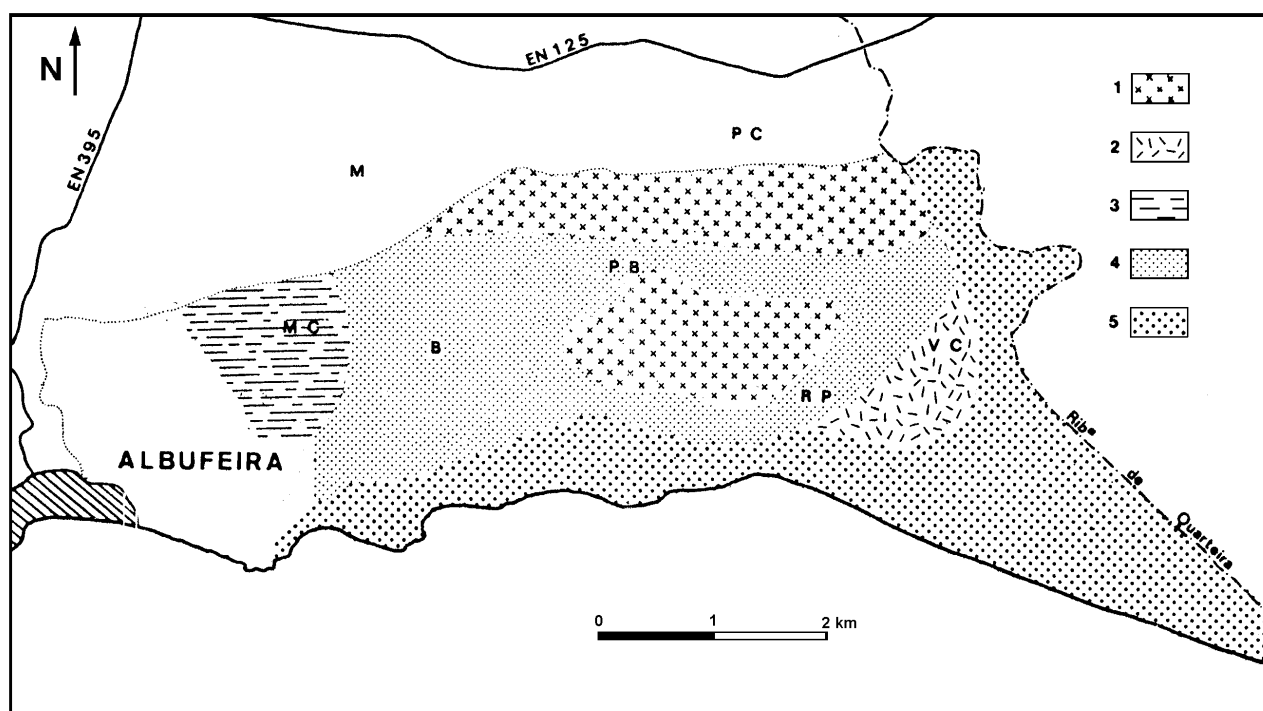


Fig. 10 – Distribuição das fácies hidroquímicas no Aquífero de Albufeira.
(1) 5fC3; (2) 5bC3; (3) 2aC4; (4) 5eC3; (5) 2bC3.

Quadro III

DADOS ESTATÍSTICOS HIDROQUÍMICOS DA UNIDADE DE ALBUFEIRA-RIBEIRA DE QUARTEIRA (COLHEITAS DE 1981 E 1987)*

ANO	ESPÉCIE ANALISADA	MÉDIA ARITMÉTICA	DESVIO PADRÃO	MÁX.	MÍN.	MEDIANA	COEF. DE VARIAÇÃO %
1981	Temp. (°C)	—	—	19.4	17.2	—	—
1987		19.2	0.89	20.9	16.5	19.3	4.6
1981	Conduct. (µS/cm)	1409	786.8	3933	453	1008	55.9
1987		1805	151.3	8000	850	1600	83.9
1981	pH	7.4	0.2	8.0	7.0	7.3	3.3
1987		6.91	0.16	7.41	6.7	6.9	2.3
1981	CO ₂ (mg/l)	44.5	—	—	—	—	—
1987		47.9	10.4	61.0	47.6	47.6	21.6
1981	Ca ²⁺ (mg/l)	119.4	39.3	309	112.7	112.7	32.9
1987		132.0	66.0	405	118.0	118.0	49.9
1981	Mg ²⁺ (mg/l)	140.6	124.7	588	76.2	76.2	88.7
1987		182.0	288.0	1380	140.0	140.0	157
1981	Na ⁺	41.8	30.1	189.6	32.8	32.8	71.9
1987		45.0	23.9	140.0	39.0	39.0	52.6
1981	K ⁺	—	—	—	—	—	—
1987		2.8	2.3	9.9	2	2	82
1981	HCO ₃	443.2	79.0	622	439	439	17.8
1987		373.0	34.8	451	378	378	9.3
1981	SO ₄	60.6	80.5	340	28	28	133
1987		60.5	51.7	253	44.1	44	85.4
1981	Cl	231.2	230	1172	139	139	99.8
1987		348.0	534	2565	275	275	153
1981	NO ₃	13.0	9.2	49.3	11.9	11.9	71
1987		11.8	5.2	20.0	10.9	10.9	44

(*) – Parâmetros estatísticos referentes às colheitas de 1981, segundo Almeida (op. Cit.)

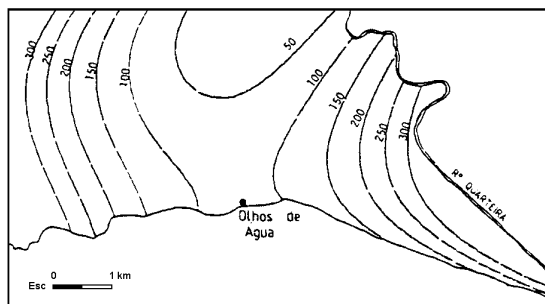


Fig. 11 – Mapa de superfície de tendência
Do 3º grau do cloreto
Ajuste: 91% R=96% F: 8.26 G. liberdade (9/7)

Os valores daqueles índices e da pressão parcial de CO_2 estão representados no Quadro IV. Verifica-se que o

estado de saturação em relação à dolomite é mais baixo do que em relação à calcite, em todos pontos de água.

Os índices em relação ao gesso são muito mais baixos, não ultrapassando 0.18.

O estado predominante das águas em relação à calcite é o de equilíbrio (fig. 13). Observam-se duas zonas com águas subsaturadas. Uma está situada no limite oriental da unidade, formando uma faixa que acompanha o curso da Ribeira de Quarteira. A outra zona está localizada na área do Vale Navio.

A subsaturação das águas nas zonas atrás referidas pode ser explicada por mistura. De facto, os calcários jurássicos do Escarpão, onde se dá uma recarga importante, constituem o substrato do Miocénico naquela área.

Quadro IV

VALORES DE ÍNDICES DE SATURAÇÃO E DE P_{CO_2} DAS ÁGUAS DA UNIDADE DE ALBUFEIRA-RIBEIRA DE QUARTEIRA

Nº P. A.	Data de Colheita	$\text{IS}_{\text{calcite}}$	$\text{IS}_{\text{dolomite}}$	IS_{gesso}	$\text{Log P}_{\text{CO}_2}$
605/05	87	0.54	0.47	0.03	-1.20
6	87	0.84	0.74	0.03	-1.35
7	87	0.68	0.51	0.02	-1.19
8	87	1.04	0.72	0.02	-1.58
9	86	0.71	0.54	0.06	-1.49
10	87	0.83	0.64	0.01	-1.52
11	87	0.79	0.64	0.03	-1.54
16	87	1.08	0.84	0.02	-1.40
19	87	0.60	0.43	0.02	-1.29
20	87	0.80	0.57	0.02	-1.39
28	87	1.25	1.02	0.07	-1.55
29	84	1.88	0.96	0.08	-1.68
30	84	2.06	1.26	0.04	-1.84
31	84	1.14	1.00	0.04	-1.90
33	84	1.97	1.55	0.009	-1.50
35	86	0.85	0.69	0.01	-1.16
36	87	0.78	0.66	0.02	-1.38
37	87	0.64	0.46	0.03	-1.38
38	87	0.85	0.68	0.02	-1.26
39	87	0.71	0.54	0.02	-1.39
40	87	0.95	0.75	0.18	-1.43
41	87	0.82	0.64	0.06	-1.37
42	87	0.70	0.58	0.04	-1.37
43	87	0.58	0.37	0.02	-1.18
44	87	2.03	1.52	0.03	-1.95
55	87	0.94	0.74	0.02	-1.38

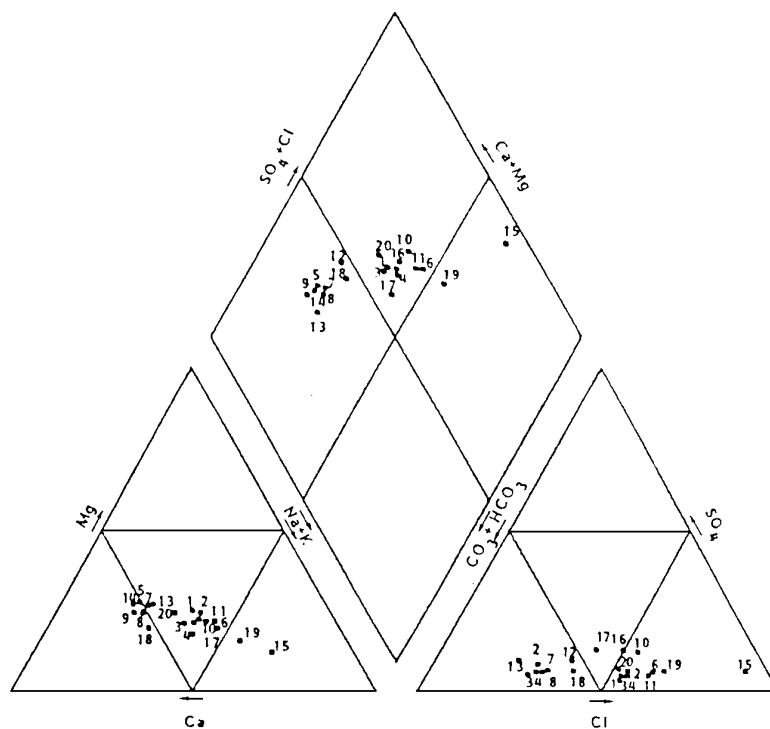


Fig. 12 – Diagrama de Piper. Colheita de 1987.

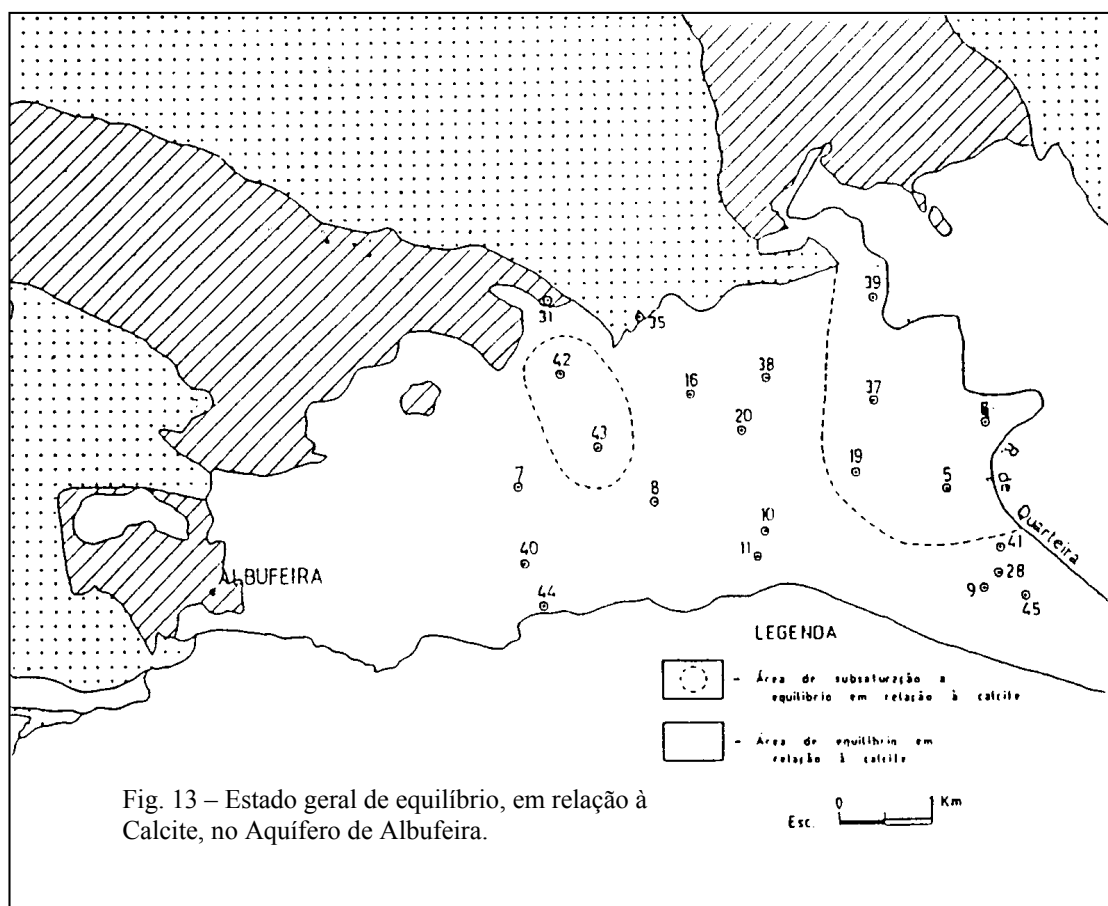


Fig. 13 – Estado geral de equilíbrio, em relação à Calcite, no Aquífero de Albufeira.

FUNCIONAMENTO DA UNIDADE

Como já foi referido, grande parte da unidade encontra-se coberta por depósitos detríticos de idade variada. A extensão maior é ocupada pelos arenitos da formação Areias de Quarteira. A permeabilidade vertical destes arenitos é, certamente baixa pelo que a capacidade de infiltração na área por eles coberta é certamente muito inferior à daquela onde os calcários miocénicos afloram. A ocorrência de pequenos aquíferos suspensos confirma esta suposição.

Nas áreas cobertas por terraços fluviais a infiltração é ainda inferior, dada a grande percentagem da componente argilosa contida naqueles.

Pensamos que a infiltração, na região coberta pelos depósitos areníticos, não se afastará muito do valor fornecido pelo método do balanço sequencial mensal de Thornthwaite, usando 100mm como capacidade de campo. O valor calculado para a estação de Quarteira, a mais próxima da unidade, é de 45mm, ou seja, cerca de 10% da precipitação.

Nas áreas onde a cobertura detrítica se encontra ausente a infiltração é, certamente, mais elevada.

Embora não se disponha de dados que permitam estabelecer um balanço hídrico rigoroso, é possível apresentar um balanço aproximado. Assim, dentro da área da unidade podem-se considerar os seguintes termos:

Entradas

Infiltração

Atribuindo à unidade uma área de 25 km² e um valor para a infiltração da ordem dos 15%, para compensar a área não coberta onde a infiltração é superior ao geral admitido (10%), obtém-se o volume infiltrado:

$$25 \times 10^6 \text{ m}^2 \times 0.15 \times 0.45 \text{ m}^3/\text{m}^2 = 1.7 \text{ Mm}^3$$

Saídas

Consumos camarários

Actualmente são superiores a 2 Mm³/ano.

Regas

Este dado é difícil de contabilizar, uma vez que existem muitas centenas de captações que seria necessário inquirir, acrescido do facto de, em muitos casos, os respectivos proprietários desconhecerem os volumes extraídos.

Pode-se tentar avaliar os consumos para rega por um método aproximado, tendo em conta a área cultivada e o tipo de cultura mais difundido. A área ocupada por culturas de regadio foi avaliada, a partir da análise da fotografia aérea, em cerca de 250 ha (2.5 km²).

Atribuindo 80% dessa área à cultura de citrinos e os restantes 20% à cultura do tomateiro, usando o método de Blaney-Criddle e tendo em conta as temperaturas e precipitações médias observadas na estação de Quarteira, obteve-se um défice de 272 mm anuais, a serem supridos por rega, para a cultura de citrinos e 346 mm para a cultura de tomateiro.

Este valor é, certamente, muito inferior ao que é extraído pelas captações particulares, que ultrapassa muito provavelmente os 2 Mm³/ano. No entanto, deve-se notar que uma parte da água utilizada volta a infiltrar-se no aquífero.

Saídas para o Mar

As descargas do aquífero encontram-se concentradas na Praia dos Olhos de Água. No entanto, é possível que existam outros locais por onde se faça a descarga de forma difusa e que não estão assinalados.

As nascentes situadas na referida praia concentram-se numa pequena área, sendo algumas delas visíveis durante a maré baixa. Existem outras, permanentemente submersas cujo caudal é suficientemente poderoso para desviar pequenas embarcações dos pescadores. Essas nascentes são visíveis, em certas ocasiões, do alto da arriba sobranceira à praia.

E praticamente impossível avaliar o caudal descarregado por aquelas nascentes. No entanto, no conjunto não é, certamente, inferior a 100 l/s. Mesmo tendo em conta que parte considerável do volume descarregado é de água do mar, dado que esta se mistura na zona de transição, o volume de água doce descarregado anualmente não deve ser inferior a 1.5 Mm³.

Em face do exposto tem-se o seguinte balanço:

Entradas	1.7 Mm ³
Saídas:	
Abastecimento	2.0 Mm ³
Regas	0.7 Mm ³
Saídas para o mar	1.5 Mm ³
Défice	2.5 Mm ³

O défice verificado, a não ser compensado por transferências de outras unidades, seria traduzido por descidas acentuadas do nível piezométrico. De facto, considerando a área do aquífero, 25×10⁶m² e um coeficiente de armazenamento de 2×10⁻³ seria necessária uma descida média de 50 m nos níveis piezométricos para compensar aquele défice. Embora em certos períodos se verifiquem descidas importantes, em geral

elas não são, nem de longe, tão importantes. Por exemplo entre Janeiro de 1978 e Novembro de 1982 verificaram-se, nalguns locais, descidas superiores a 4 m (ALMEIDA, 1985). No entanto, entre aquela última data e Abril de 1984 verificou-se uma subida geral que nalguns pontos ultrapassou os 2 m. Parece, no entanto, desenhar-se uma tendência, a médio prazo, para a descida geral dos níveis.

O mapa da superfície piezométrica referente a 1984 mostra a existência de uma zona deprimida, centrada nas captações da Quinta da Balaia, e que o fluxo se dirige de NE na direcção S e SW.

Do que atrás se disse deve-se concluir, portanto, que é junto ao contacto do aquífero de Albufeira com os Calcários e dolomitos do Escarpão que se dá a maior parte da transferência de águas infiltradas naqueles calcários. Como já foi referido, é provável que se verifique também transferência a partir dos calcários miocénicos situados a Leste da Ribeira de Quarteira, pois nessa região verifica-se um ressalto entre os níveis piezométricos da duas margens. A mesma conclusão parece extrair-se dos dados da hidroquímica, como já foi referido.

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, C. (1982) - Hidrogeoquímica dos maciços carbonatados do Algarve. V semana de Geoquímica, Resumos das Comunicações, Aveiro.
- ALMEIDA, C. (1985) - Hidrogeologia do Algarve Central. Dissertação para obtenção do grau de Doutor em Geologia. Departamento de Geologia da FCUL, 333 p.. Lisboa.
- ANTUNES, M. T. (1979) - Vertebrados miocénicos de Olhos de Água, interesse estratigráfico, *Bol. do Museu e Lab. Min. e Geol. da Fac. Ciências*, vol. 16, 343-352. Lisboa.
- ANTUNES, M. T. (1981) - Notícia explicativa da Folha 52-A (Portimão) da Carta Geológica de Portugal, escala 1/50000, S. G. P., 33-39. Lisboa.
- ANTUNES, M. T. (1984) - Notícia explicativa da Folha 7 da Carta Geológica de Portugal, escala 1/200000, coord. J.T. Oliveira, S. G. P., 60-64. Lisboa.
- ANTUNES, M. T., G. BIZON, A. NASCIMENTO e J. PAIS (1981) - Nouvelles données sur la datation des dépôts miocènes de l'Algarve (Portugal) et évolution géologique régionale, *Ciências da Terra*, vol. 6, 153-168, U. N.L. Lisboa.
- ARTHAUD, F. & P. MATT (1975) - Les décrochements tardy-hercyniens du sud-ouest de l'Europe. Géometrie et essai de reconstitution des conditions de la déformation. *Tectonophysics*, vol. 25, 139-171.
- BERTHOU, P.Y., F. CORREIA, S. PRATES & J. TAUGOURDEAU (1983) - Essai de synthèse du Crétacé de l'Algarve. Biostratigraphie, Paleogeographie et Sedimentation Argileuse. *Bull. D'Inf. des Geol. du Bassin de Paris*, vol. 20(2), 3-24. Paris.
- BAPTISTA, R. e J. CABRAL (1979) - Contribuição para o estudo hidrogeológico do Miocénico de Albufeira-Algarve. Relatório de estágio inédito. Fac. Ciências da U.L. Lisboa.
- CHOFFAT, P. (1887) - Recherches sur les terrains secondaires au Sud du Sado. Com. Comissão Trab. Geol. Port., t.1, fase. 11, 222-312, fig.4. Lisboa.
- CORREIA, F. (1989) - Estudo bioestratigráfico e microfácies do Cretácico carbonatado da bacia sedimentar meridional portuguesa (Algarve). Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Doutor em geologia. Departamento de Geologia da FCUL, 377 p. Lisboa.
- COSTA, F. E., J. BRITES, M. PEDROSA, A. SILVA (1985) - Carta hidrogeológica da Orla Algarvia na escala 1/200000, notícia explicativa. Ser. Geol. Port. Lisboa.
- FEIO, M. (1949) - O litoral ao Norte do Cabo de São Vicente. *Bol. Soc. Geol. Port.*, vol. VIII. Porto

- FEIO, M. (1951) - A evolução do relevo do Baixo Alentejo e Algarve. Com. dos S.G.P., t. XXXII, 2ª parte. Ser. Geol. Port. Lisboa
- GOUVEIA, A. M. (1938) - Algarve (aspectos fisiográficos). I.A.C., Lisboa, 161 p., est. 11; 1 esboço geol. fig 4. Lisboa.
- GRILLOT, J. & C. ALMEIDA (1982) - Tectonique cassante post-hercynienne dans l'Algarve (sud du Portugal). Incidence sur l'hydrogeology karstique. *Rev. Geol. Dynamique et de Geog. Physique*, vol. 23, fasc. 2, 119-130. Paris
- MANUPPELLA, G., R. ROCHA e B. MARQUES (1984) - Cartografia geológica do Algarve. 3º Congresso sobre o Algarve - Racial Clube, vol. 2, 693-702.
- MARQUES, B. (1983) - O Oxfordiano kimeridgiano do Algarve Oriental; estratigrafia, paleobiologia e paleobiogeografia. Tese de doutoramento. U.N.L., 547 p. Lisboa.
- OGDEN, L. (1965) - Estimating transmissibility with one drawdown. *Ground water*, vol. 3(3), 51-54.
- PAIS, J. (1982) - O Miocénico do Litoral Sul Português - Ensaio de Síntese. Estudo complementar para a obtenção do grau de Doutor. U.N.L. Lisboa.
- PARADELA, P. e G. ZBYSZEWSKI (1971) - Hidrogeologia Geral do Centro e Sul de Portugal. I Congresso Hispano-Luso-Americano de Geologia Económica. Dir. Ger. de Min. e Ser. Geol., 75-118. Lisboa.
- PARANT, B. (1963) - Reconnaissance géologique de l'Algarve. Relatório interno da C.P.P., 1-14, pl. I-IX.
- PRATCH, J. (1958) - Stratigraphisch-Tecktonische Undersuchungen in Mesozoikum von Algarve (Südportugal). Beih zum Geol. Jarh. Hannover, helf 30, 123 p., 14 fig., 2 taf.
- RAZACK, M., C. DROGUE, C. ROMARIZ e C. ALMEIDA (1980) - Etude de l'effect de marée oceanique sur un aquifere carbonaté côtier (Miocene de l'Algarve-Portugal). Elsev. Sci. Public. Company, *J. Hydrology*, vol. 45, 57-69. Amsterdam.
- REY, J. (1983) - Le crétacé de l'Algarve; Essay de Synthèse. Com. Serv. Geol. de Port., t. 69, fasc. 1, 87-101. Lisboa.
- RIBEIRO, A., M. ANTUNES, M. FERREIRA, R. ROCHA, A. SOARES, G. ZBYSZEWSKI, F. ALMEIDA, D. CARVALHO e J. MONTEIRO (1979) - Introduction à la geologie general du Portugal, 114 p. Lisboa.
- RIBEIRO, A., J. MANUPPELLA e J.T. OLIVEIRA (1984) - Tectónica das orlas sedimentares, in Carta Geológica de Portugal na escala 1/200000, notícia explicativa da folha 7, coordenação de J.T. OLIVEIRA.
- ROCHA, R. (1976) - Estudo Estratigráfico e Paleontológico do Jurássico do Algarve Ocidental. Ciências da Terra. U.N.L., vol.2, 9-179. Lisboa.
- ROMARIZ, C., C. ALMEIDA e M. SILVA (1979) - Contributions to the Geology of Algarve (Portugal) Volcanic estruturas in eastern Algarve. Bol. do Museu e Lab. Min. e Geol. da Faculdade de Ciências, vol. 16(1), 253-263. Lisboa.
- RICHE, P. (1962) - Note sur le bassin mesozoïque et tertiaire de l'Algarve. Relatório interno da C.P.P., 1-10, pl. 3.
- SILVA, M. L. (1988) - Hidrogeologia do Miocénico do Algarve. Dissertação para obtenção do grau de Doutor em geologia. Departamento de geologia da FCUL, 377 p. Lisboa.
- VICTOR, L. A. e I. J. MARTINS (1978) - Estudo de anomalias gravimétricas nas regiões de Moncarapacho e Campina de Faro. Publicação nº 15 do Inst. Geof. Infante D. Luis. F.C.L. Universidade de Lisboa.