



**UAAlg**

UNIVERSIDADE DO ALGARVE

**ECOSSISTEMAS DEPENDENTES DE ÁGUA  
SUBTERRÂNEA NO ALGARVE –  
CONTRIBUTO PARA A SUA IDENTIFICAÇÃO E  
CARACTERIZAÇÃO**

Nelson Pereira Fernandes

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre  
Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente

Trabalho efectuado sob a orientação de: Doutor José Paulo Patrício Geraldês Monteiro

2013



**UAAlg**

UNIVERSIDADE DO ALGARVE

**ECOSSISTEMAS DEPENDENTES DE ÁGUA  
SUBTERRÂNEA NO ALGARVE –  
CONTRIBUTO PARA A SUA IDENTIFICAÇÃO E  
CARACTERIZAÇÃO**

Nelson Pereira Fernandes

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre  
Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente

Trabalho efectuado sob a orientação de: Doutor José Paulo Patrício Geraldês Monteiro

2013

## **Ecosistemas Dependentes de Água Subterrânea no Algarve – Contributo para a sua Identificação e Caracterização**

Declaração de autoria de trabalho

Declaro ser o autor deste trabalho, que é original e inédito. Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluída.

---

*Copyright:*

A Universidade do Algarve tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar este trabalho através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, de o divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

## **Agradecimentos**

Obrigado a todos.

*“There are no facts, only interpretations.”* – Friedrich Nietzsche

## Resumo

O presente trabalho consiste na identificação de ecossistemas dependentes de água subterrânea (EDAS) no Algarve. Tendo a região do Algarve uma enorme potencialidade em termos de recursos hídricos subterrâneos devido à natureza das suas formações geológicas e um clima mediterrânico (caracterizado por precipitação extremamente variável e ocorrência frequente de anos secos), a existência de ecossistemas que façam uso desses recursos é bastante provável.

A dependência que alguns ecossistemas têm da água subterrânea para sobreviver e prosperar é um tema recente do conhecimento científico, existe no entanto um aumento na compreensão da importância desta relação. Existem vários métodos para avaliar se existe dependência entre um ecossistema e águas subterrâneas, assim como o nível dessa dependência. Optou-se por usar um método bastante simples, fez-se uso de dados da profundidade ao topo do aquífero que foram interpolados por forma a obter mapas com as profundidades do topo do aquífero aos cursos de água para cada sistema aquífero do Algarve. Com isto e com o conhecimento existente da hidrogeologia do Algarve identificaram-se os possíveis EDAS. Acabou por se verificar que grande parte dos possíveis EDAS se encontram em zonas onde o conhecimento previamente existente já apontava para a existência de conexão hidráulica entre os aquíferos e os cursos de água.

É ainda necessário muito trabalho de investigação no que diz respeito à caracterização pormenorizada da relação entre os EDAS e os aquíferos, nomeadamente os requisitos temporais e quantitativos de água subterrânea dos ecossistemas. Isso é essencial para conseguir conciliar a gestão dos EDAS em harmonia com as necessidades económicas e sociais das populações.

**Palavras-chave:** Ecossistemas dependentes de água subterrânea; Algarve; hidrogeologia; ecologia; interpolação.

## **Abstract**

The current work consists in the identification of groundwater dependent ecosystems (GDE) in Algarve. The region of Algarve has enormous potential in terms of groundwater resources due to the nature of its geologic formations and the Mediterranean climate. This climate, characterized by highly variable precipitation and the occurrence of drought years, renders the existence of ecosystems that use these resources highly probable.

The dependence of some ecosystems from groundwater to survive and thrive is a recent topic in science, but there is an increasing understanding of the importance of this relation. There are several means to assess if there is a dependence of ecosystems from groundwater, and their level of dependence. It was opted for a fairly simple method, using depth to water data that was interpolated in order to obtain maps with the depth from the top of the aquifer to the streams, this was done to each aquifer system of Algarve. With this and with the existing knowledge of the hydrogeology of Algarve the potential GDE were identified. Eventually it was shown that most of the potential GDE are located in areas where previously existing knowledge already pointed to the existence of hydraulic connection between the aquifers and streams.

It's still necessary to do ample investigation in regards to the characterization of the relation between GDE and the aquifers, namely temporal and quantitative requirements of groundwater from the ecosystems. This is essential to succeed in merging the management of GDE in harmony with the economic and social needs of the populations.

**Key-words:** Groundwater dependent ecosystems; Algarve; hydrogeology; ecology; interpolation.

# Índice

Resumo-----	iv
Abstract -----	v
Índice -----	vi
1. Enquadramento -----	1
2. Ecossistemas Dependentes de Água Subterrânea-----	2
2.1. Diferentes Tipos EDAS-----	3
2.2. Ameaças aos EDAS -----	5
2.3. Identificação de EDAS -----	5
2.4. Gestão de EDAS-----	7
3. Caracterização da Área de Estudo-----	8
3.1. Condições Climáticas -----	8
3.2. Recursos Hídricos Superficiais -----	8
3.3. Recursos Hídricos Subterrâneos-----	9
3.4. Vegetação-----	11
4. Metodologia -----	14
4.1. Enquadramento Geral-----	14
4.2. Aplicação ao Algarve -----	15
5. Apresentação e Discussão dos Resultados-----	19
5.1. Covões -----	19
5.2. Almádena-Odiáxere -----	20
5.3. Mexilhoeira Grande-Portimão-----	21
5.4. Ferragudo-Albufeira -----	22
5.5. Querença-Silves -----	22
5.6. Almancil-Medronhal, São João da Venda-Quelfes, Chão de Cevada-Quinta João de Ourém e Campina de Faro-----	24
5.7. São Brás de Alportel -----	26
5.8. Albufeira-Ribeira de Quarteira e Quarteira-----	27
5.9. Peral-Moncarapacho -----	28
5.10. Luz-Tavira -----	29
5.11. Malhão-----	30
5.12. Gestão dos EDAS no Algarve-----	31
6. Conclusões-----	34
7. Referências -----	36
ANEXO I -----	41

# 1. Enquadramento

No seguimento da Directiva 2000/60/CE (Directiva Quadro da Água) de 23 de Outubro de 2000 que estabelece um quadro de acção comunitária no domínio da política da água, devem ser identificados ecossistemas terrestres e massas de águas de superfície, os quais dependem directamente das águas subterrâneas. Deverão também ser feitas estimativas das direcções e caudais de transferência de águas entre a massa de águas subterrâneas e os sistemas de superfície associados.

Os ecossistemas dependentes de água subterrânea (EDAS) são uma área do conhecimento científico relativamente recente, e por isso o conhecimento existente é ainda limitado. A maioria dos estudos e projectos já realizados nesta área concentram-se maioritariamente na Austrália, com vários programas específicos como Clifton *et al.* (2007), e também na África do Sul (Colvin *et al.*, 2007). Na Europa no seguimento da Directiva já referida existem já alguns programas nomeadamente na Irlanda (Kilroy *et al.*, 2008) e Irlanda do Norte (Macdonald *et al.*, 2005).

Em Portugal não existem trabalhos que identifiquem os EDAS de forma sistemática, exigindo no entanto a Directiva Quadro da Água que a sua identificação seja feita, e que se avalie em que medida o seu estado de conservação depende das condições hidrogeológicas, de acordo com o relatório da Comissão Europeia, *Guidance on Groundwater Status and Trend Assessment* de 2009. Tendo isto em conta o presente trabalho tem por objectivo a identificação e caracterização dos EDAS de parte da região do Algarve.

Nos capítulos seguintes será feita uma revisão do actual estado do conhecimento na área dos EDAS, assim como será uma síntese sobre as características ambientais do Algarve.

## **2. Ecossistemas Dependentes de Água Subterrânea**

Toda a vegetação requer água para crescer, embora para a maioria das plantas a precipitação seja a principal e muitas vezes única fonte de água disponível, existe no entanto uma classe de vegetação que utiliza água subterrânea para auxiliar o crescimento e a fotossíntese. Essa classe diz-se ser dependente de água subterrânea, porque a ausência de água subterrânea tem um impacto negativo no crescimento e saúde dessa vegetação. Assim a ausência prolongada de água subterrânea em zonas que antes tinham água subterrânea disponível leva a uma mudança na estrutura e função do ecossistema (Eamus, 2009).

As massas de água subterrânea determinam não só a disponibilidade de água, mas também a disponibilidade de oxigénio na zona de enraizamento. Assim níveis de água subterrânea elevados impedem a aeração e permitem que apenas espécies adaptadas a essas circunstâncias cresçam. O nível das águas subterrâneas é portanto um factor ecológico determinante (Klijn e Witte, 1999).

A dependência de água subterrânea por parte dos ecossistemas baseia-se em um ou mais de quatro propriedades básicas da água subterrânea: (1) o fluxo de água subterrânea, ou seja, a taxa e o volume de fornecimento de água para o ecossistema; (2) o nível (para aquíferos não confinados) ou (3) a pressão (para aquíferos confinados), que se traduzem na quantidade de água disponível; (4) a qualidade da água subterrânea que pode ser expressa em pH, salinidade, concentração de nutrientes, de contaminantes e outros. A resposta dos ecossistemas a alterações nestas propriedades é variável, nalguns casos pode existir um valor limite das propriedades para além do qual o ecossistema colapsa. Noutros casos pode existir uma mudança mais gradual na saúde do ecossistema devido por exemplo a um aumento da salinidade ou concentração de contaminantes (Sinclair Knight Merz, 2001).

Apesar das definições dos EDAS serem todas baseadas na ideia de que existem ecossistemas para os quais a disponibilidade de água subterrânea é essencial para que estes mantenham a sua estrutura e funções, existem algumas diferenças nas definições entre diferentes autores.

É difícil definir quais são os ecossistemas que são dependentes e os que não são pois a dependência de água subterrânea dos EDAS é muito variável podendo ir de parcialmente e raramente a continuamente e totalmente dependente (Sinclair Knight Merz, 2001). É necessário notar também que o uso de água subterrânea não significa que existe necessariamente uma dependência desta.

Hatton e Evans (1998) definiram, para o propósito de identificar a dependência dos ecossistemas, água subterrânea como a água no sistema que estaria indisponível para as plantas e animais se fosse extraída. Hatton e Evans (1998) utilizaram vários tipos de vegetação para classificar grandes grupos de ecossistemas que potencialmente são dependentes das águas subterrâneas, sendo a dependência por vezes obscura ou sutil.

Os EDAS são ecossistemas que necessitam de água subterrânea para manter a sua actual composição e funcionamento. A remoção de água subterrânea destes ecossistemas, ou uma alteração na quantidade, qualidade, distribuição temporal ou espacial da água subterrânea pode influenciar os ecossistemas ao, por exemplo, alterar a disponibilidade de água para a transpiração pela vegetação e a incorporação de plântulas na população adulta. O que geralmente resulta em alterações em agrupamentos de fauna relacionados (Murray *et al.*, 2003 em Dresel *et al.*, 2010). Existe no entanto alguma dificuldade em relacionar alterações nos ecossistemas com alterações na água subterrânea, pois existe uma grande diferença entre o tamanho e o ritmo de mudança numa comunidade vegetal, e a escala dos processos hidrogeológicos (Klijn e Witte, 1999).

Na África do Sul usa-se o termo, ecossistemas dependentes de aquíferos, que são considerados ecossistemas que dependem de água subterrânea contida ou que descarrega de um aquífero (Colvin *et al.*, 2007).

Os EDAS são importantes, pois para além do seu valor intrínseco, proporcionam uma série de serviços, como outros ecossistemas. Alguns têm valor comercial, como o caso de plantações e os EDAS de zonas turísticas. As florestas ribeirinhas providenciam vias para a circulação de animais ao longo de paisagens fragmentadas. O uso de água subterrânea pelas árvores pode evitar o desenvolvimento de salinidade de sequeiro nos solos, enquanto a capacidade das árvores de fixar o solo e capturar escorrências é importante para manter a qualidade da água e solo. Devido a estes e outros serviços prestados pelos EDAS a sua preservação é essencial (Eamus, 2009).

## **2.1. Diferentes Tipos EDAS**

Existem vários tipos de EDAS, a classificação de Hatton e Evans (1998), provavelmente a primeira a ser feita, identificava quatro tipos de EDAS: comunidades de vegetação terrestre e

fauna associada que tem dependência sazonal ou ocasional de água subterrânea; ecossistemas aquáticos e ribeirinhos que existem em ou adjacentes a cursos de água alimentados por água subterrânea (Figura 2.1); ecossistemas aquáticos que existem nos aquíferos e em grutas; comunidades aquáticas e vegetação marginal de lagos e zonas húmidas alimentados por água subterrânea. Sinclair Knight Merz (2001) identificou outros dois tipos de EDAS: comunidades marinhas de plantas e animais em zonas costeiras ou estuarinas (Figura 2.1), cujas funções ecológicas dependam em certa medida da descarga de água subterrânea; animais que usam a água subterrânea directamente em vez de dependerem dela para habitat.

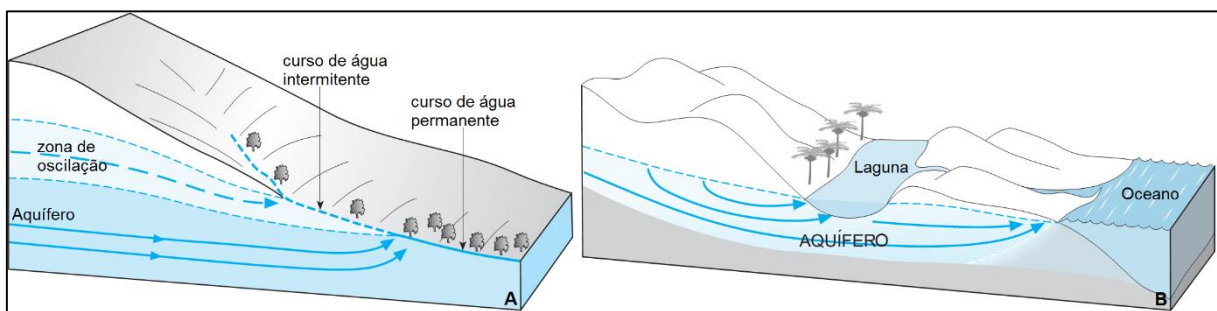


Figura 2.1 Cursos de água alimentados por água subterrânea (A); EDAS em zonas costeiras e estuarinas (B) (Adaptado de Foster *et al.*, 2006).

Os diferentes tipos de EDAS podem ser agrupados segundo o tipo de dependência que os ecossistemas têm da água subterrânea, este tipo de classificação é útil para a gestão, pois permite os EDAS serem separados em classes facilmente reconhecíveis o que possibilita o uso de técnicas e abordagens semelhantes para a identificação e a avaliação do risco ecológico dos EDAS. Assim os EDAS podem ser agrupados em três classes: (1) ecossistemas de grutas e aquíferos onde a *stygofauna* reside na água subterrânea; (2) todos os ecossistemas dependentes da expressão superficial da água subterrânea (e.g. vegetação ribeirinha, zonas húmidas, etc.); (3) todos os ecossistemas dependentes da presença de água subterrânea na subsuperfície, de modo a que a água esteja acessível, às raízes de comunidades de plantas, na franja capilar (Eamus, 2006 em Dresel *et al.*, 2010).

Colvin *et al.* (2007) concebeu uma nova abordagem, para identificar ecossistemas dependentes de aquíferos, baseada na combinação dos tipos de aquífero com os tipos de habitat existentes na África do Sul. Estas combinações específicas ajudam a compreender a estrutura destes sistemas e a classificá-los de acordo com a interacção aquífero-ecossistema.

## **2.2. Ameaças aos EDAS**

Existem várias ameaças aos EDAS, estas podem surgir pela destruição directa dos ecossistemas ou pela degradação e diminuição da água subterrânea. O primeiro tipo de ameaça surge de decisões premeditadas para a destruição dos EDAS com fins comerciais, seja para o desenvolvimento imobiliário ou para a criação de terrenos para agricultura e pastoreio (Eamus, 2009). A outra ameaça é a deterioração da qualidade da água subterrânea, devido a más práticas agrícolas e contaminação industrial, e a extracção excessiva de água subterrânea. A captação excessiva de água, principalmente para irrigação agrícola e abastecimento humano, pode provocar uma redução do nível freático e do fluxo de água subterrânea para os sistemas superficiais interligados, estas reduções se forem substanciais e persistentes levam a que os ecossistemas fiquem debilitados. A redução do nível freático e do fluxo de água também se pode dever a alterações na recarga dos aquíferos, quer devido a períodos de seca ou a alterações nas características das zonas de recarga que impossibilitam a chegada de água aos aquíferos (Foster *et al.*, 2006).

## **2.3. Identificação de EDAS**

A primeira noção a ter em conta na identificação de EDAS é que nas zonas onde existe água subterrânea acessível os ecossistemas vão muito provavelmente desenvolver algum grau de dependência da mesma e essa dependência tenderá a aumentar com o aumento da aridez do ambiente associado (Hatton e Evans, 1998).

Assim o primeiro passo na identificação é conceptualizar o contacto da água subterrânea com o ambiente da superfície e procurar por ecossistemas contrastantes que ocorrem em áreas onde é provável a existência de água subterrânea disponível (Colvin *et al.*, 2007).

A identificação de EDAS pode ser possível com métodos simples como a análise do nível freático dos aquíferos, que em alguns casos influencia rapidamente alterações nos ecossistemas, indicando assim a sua dependência (Hai-liang *et al.*, 2007).

Através de uma combinação de técnicas de detecção remota e sistemas de informação geográfica (SIG) é possível prever a probabilidade de ocorrência de EDAS quer através do potencial de humidade de uma paisagem baseado na morfologia do terreno (Münch e Conrad, 2006) ou através do mapeamento de áreas de descarga de água subterrânea (Tweed *et al.*,

2006). Outra metodologia é usar a modelação dos níveis da água subterrânea e sobrepondo mapas de vegetação obtidos a partir de imagens de satélite é possível determinar a existência de EDAS (Smith *et al.*, 2006 em Dresel *et al.*, 2010).

É possível através das diferenças de peso entre isótopos estáveis de oxigénio e hidrogénio comparar a água que está presente no solo, na seiva das plantas, nos cursos de água e nos aquíferos, e assim saber quais as fontes de água usadas por comunidades de plantas num dado ecossistema (Eamus, 2009). Este princípio em conjunto com a análise do potencial capilar da água no solo foi usado para avaliar se as árvores de uma zona ribeirinha usavam água subterrânea durante a estação seca (Lamontagne *et al.*, 2005).

O uso de modelos analíticos pode ser usado para identificar EDAS através da criação de modelos que calculam a profundidade do nível freático através de eventos de precipitação calculados através de análise estocástica (Laio *et al.*, 2009). Também os modelos numéricos podem ser usados para saber se um ecossistema é dependente de água subterrânea. Estes podem ser usados em conjunto com traçadores para deduzir a distribuição da água subterrânea que alimenta uma massa de água superficial e assim ver quais os ecossistemas que fazem uso dessa água (Bayari *et al.*, 2006). Modelos de transporte e de fluxo também podem ser usados em conjunto com técnicas de detecção remota para identificar e melhor compreender o funcionamento de EDAS (Batelaan e Witte, 2008).

Através da análise de bases de dados geo-espaciais existentes recorrendo a SIG é possível localizar onde a água subterrânea suporta ecossistemas (Howard e Merrifield, 2010).

O estudo das interacções entre a água subterrânea e a água superficial é de grande importância para os EDAS, pois muitos dependem da manifestação da água subterrânea à superfície. Existem muitos métodos recentes que analisam estas interacções e podem ser úteis na identificação de EDAS (Brodie *et al.*, 2007a; Fleckenstein *et al.*, 2010).

A concepção do balanço hídrico de uma região e o uso de vários métodos, como detecção remota, pode ajudar a perceber o acesso de comunidades de vegetação à água subterrânea (Eamus, 2009).

Informação regional sobre geologia, geologia estrutural e geomorfologia pode ser usada para ajudar a procurar áreas onde podem existir EDAS. As características da superfície e sub-superfície geradas pela geologia definem os percursos do fluxo de água subterrânea e assim a criação e manutenção de ecossistemas em determinadas áreas (Dresel *et al.*, 2010).

O índice de área foliar é usado para identificar vegetação que é mais luxuriante relativamente a áreas vizinhas, esta vegetação costuma estar associada a áreas de descarga de água. Este índice é por isso um forte indicador da disponibilidade de água subterrânea em ambientes áridos e semiáridos (Colvin *et al.*, 2007).

Clifton *et al.* (2007) criou uma compilação dos vários métodos existentes para avaliar o uso de água subterrânea. Para cada método considerou o princípio técnico, os custos, o tempo necessário, a sustentabilidade, os constrangimentos, a resolução dos resultados, o formato dos *outputs* e o uso anterior dos métodos, para providenciar uma descrição das aplicações e limitações de um conjunto de métodos científicos na avaliação de EDAS. No entanto a maioria dos métodos apresentados não são geralmente suficientemente eficientes, em termos de tempo e dinheiro, para serem aplicados a identificações de EDAS em grande escala.

## **2.4. Gestão de EDAS**

A gestão apropriada dos EDAS após a sua identificação deve de ter em conta dois factores, a natureza da dependência e as necessidades de água subterrânea do ecossistema em causa. Alguns dos métodos usados para identificar os EDAS também fornecem informações acerca da natureza da dependência, mas conhecer os requisitos temporais e quantitativos dos EDAS pode ser bastante difícil (Sinclair Knight Merz, 2001). Conhecer estes atributos é de extrema importância para conseguir conciliar as necessidades dos ecossistemas com as necessidades sociais e económicas. Quando a relação entre a saúde do ecossistema e a disponibilidade de água subterrânea estiver estabelecida, a determinação dos fornecimentos de água subterrânea é um exercício subjectivo que envolve escolher um ponto que irá equitativamente equilibrar a saúde do ecossistema com as necessidades sociais e económicas de água subterrânea. A política de alocação de água subterrânea precisa de ser então concebida para assegurar que esse fornecimento de água seja assegurado. Três abordagens comuns para garantir o fornecimento de água subterrânea aos ecossistemas são: a alocação de uma percentagem da recarga de água para os ecossistemas; o uso de valores de referência para o nível freático; e o uso de zonas tampão. No entanto estas abordagens só podem ser realmente eficientes na protecção dos EDAS se forem bem conhecidas as suas necessidades (Cook e Lamontagne, 2002).

### **3. Caracterização da Área de Estudo**

A região do Algarve abrange uma área de cerca de 4 991 km<sup>2</sup>, repartida por duas bacias hidrográficas, a bacia hidrográfica das Ribeiras do Algarve e a bacia hidrográfica do rio Guadiana. A bacia hidrográfica das Ribeiras do Algarve, que apresenta uma área de 3 560 km<sup>2</sup>, pode ser dividida em seis sub-bacias, atendendo ao padrão da rede e aos sectores da costa para onde se orienta a drenagem: sub-bacia Costa Ocidental; sub-bacia Costa Sul; sub-bacia Alvor; sub-bacia Arade; sub-bacia Zona Central; sub-bacia Ria Formosa. A região é composta por três unidades geológica, morfológica e pedologicamente distintas: a Serra, o Barrocal e o Litoral (MAOT, 2004).

#### **3.1. Condições Climáticas**

O Algarve caracteriza-se por Verões quentes e secos, por precipitação extremamente variável, em termos de quantidade e distribuição, e ocorrência frequente de anos secos. É fortemente influenciado por factores relacionados com a circulação atmosférica, com a posição geográfica e por factores locais relacionados com o relevo e a exposição das encostas (AFN, 2006).

A precipitação anual média varia entre 1 277 mm e 406 mm, com o valor médio ponderado de 653 mm. Cerca de 80% da precipitação ocorre no semestre húmido e 20% no semestre seco. A temperatura média anual situa-se entre 17 °C, em Faro, e 15 °C, em Monchique, exibindo uma variação regular ao longo do ano, alcançando os valores menores em Janeiro e os máximos em Agosto. A insolação média excede as 2 800 horas anuais com excepção das zonas altas (MAOT, 2004).

#### **3.2. Recursos Hídricos Superficiais**

A rede hidrográfica do Algarve é constituída pelo sistema do rio Guadiana, no seu troço inferior, e pelos cursos de água que desaguam directamente no mar, que se denominam Ribeiras do Algarve.

É na Serra que nascem os principais cursos de água da região, que escoam para o Litoral Oeste e Sul em direcção ao Oceano Atlântico. A maior parte dos cursos de água têm carácter temporário e possuem um regime torrencial com caudais nulos ou muito reduzidos durante o período de seca (Reis, 2007). Em geral, os cursos de água principais apresentam extensão inferior a 30 km, constituindo excepção o rio Arade e as ribeiras de Odelouca, Seixe, Aljezur, Odeáxere, Quarteira e Séqua.

É de destacar a importância da alimentação dos cursos de água a partir de nascentes, como é o caso da ribeira de Quarteira que recebe contribuições da Fonte Grande, Fonte de Salir e Fonte Benémola. A ribeira de Quarteira é influente na região de Lentiscais e Cabanita, e observa-se a ocorrência de exurgências na ribeira do rio Seco próximo de Machados (Almeida *et al.*, 2000). Existem diversas contribuições para a caracterização das relações rio-aquífero no Algarve nomeadamente Almeida (1985), Reis (2007) e Monteiro *et al.* (2007b).

### **3.3. Recursos Hídricos Subterrâneos**

Devido à natureza das suas formações geológicas o Algarve tem uma enorme potencialidade em termos de reservas de águas subterrâneas. As formações que dispõem de maiores recursos hídricos subterrâneos estendem-se de leste a oeste da região algarvia, ocupando parte do Barrocal e do Litoral, e são de natureza carbonatada (Reis, 2007).

Actualmente encontram-se definidos 17 sistemas aquíferos principais (Figura 3.1), dos quais 16 estão instalados em rochas carbonatadas e um em areias de dunas, e estima-se que os seus recursos médios renováveis sejam na ordem dos 190 hm<sup>3</sup>/ano (Almeida *et al.*, 2000).

As restantes formações geológicas têm escassa aptidão aquífera, podendo constituir aquíferos localizados susceptíveis de assegurar apenas pequenas explorações (Reis, 2007).

A recarga dos sistemas aquíferos é efectuada por infiltração directa da precipitação sob as formações carbonatadas carsificadas aflorantes, através da infiltração a partir das linhas de água que atravessam os sistemas aquíferos, por transferência de água entre aquíferos e ainda pelos excedentes de rega. A descarga dá-se naturalmente através das nascentes, situando-se algumas delas no leito das linhas de água, alimentado o caudal destas (Reis, 2007).

Na zona da Serra predominam os recursos hídricos superficiais, as linhas de água que aí se formam (que na sua maioria são temporárias) dirigem-se para Sul e quando circulam na zona do Barrocal uma elevada percentagem de água infiltra-se devido à existência de rochas carbonatadas carsificadas de elevada permeabilidade (Reis, 2007).

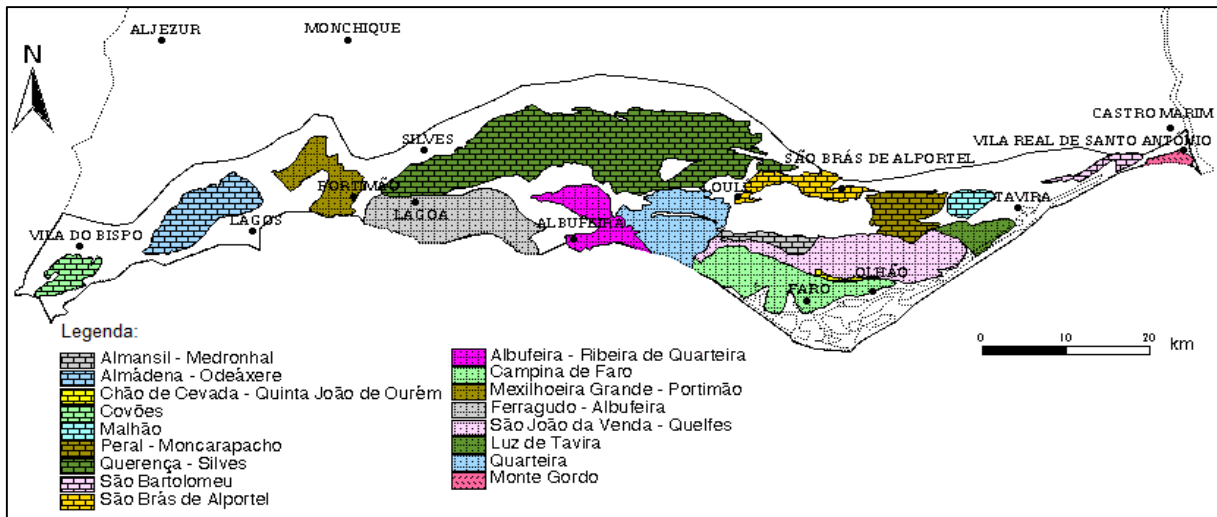


Figura 3.1 Sistemas aquíferos do Algarve (Almeida *et al.*, 2000).

As áreas do Barrocal são as que dispõem de recursos hídricos subterrâneos mais abundantes devido à extensão das formações calcárias do Jurássico, que se apresentam muitas vezes altamente carsificadas, condições que permitem uma recarga abundante e uma circulação e armazenamento elevados (Reis, 2007). Uma visita a estas áreas em diferentes períodos do ano hidrológico mostra que nesta área as ribeiras alternam sucessivamente troços influentes (que contribuem para a recarga dos aquíferos subjacentes) e efluentes (em que recebem água subterrânea a partir de exurgências no seu leito). Usando uma linguagem informal, os percursos das ribeiras no barrocal constituem verdadeiros "curto-circuitos" do escoamento subterrâneo em pontos e áreas onde o nível freático intercepta a superfícies topográfica (nascentes) e onde há sumidouros que propiciam a infiltração da água escoada no leito das ribeiras (Monteiro *et al.*, 2007b).

As interacções água superficial-água subterrâneas na região (Figura 3.2) são muito importantes e complexas do ponto de vista hidrogeológico. As linhas de água que atravessam os sistemas aquíferos são influentes em alguns locais e efluentes noutros, isto constitui por um lado uma componente importante da recarga de aquíferos, mas por outro a descarga destes vai alimentar a jusante as mesmas linhas de água, que por sua vez vão contribuir para a recarga de

outros aquíferos situados no litoral (Reis, 2007). O conhecimento sobre estas interações nos sistemas aquíferos do Algarve é ainda reduzido. Apesar de já se conhecerem vários locais onde ocorrem interações rio-aquífero, a sua quantificação ainda não se encontra realizada para grande parte dos casos conhecidos, excepção feita a alguns estudos realizados nomeadamente por Salvador *et al.* (2012a) e Salvador *et al.* (2012b) no aquífero de Querença-Silves para as bacias hidrográficas da Ribeira de Quarteira e do Ribeiro Meirinho.

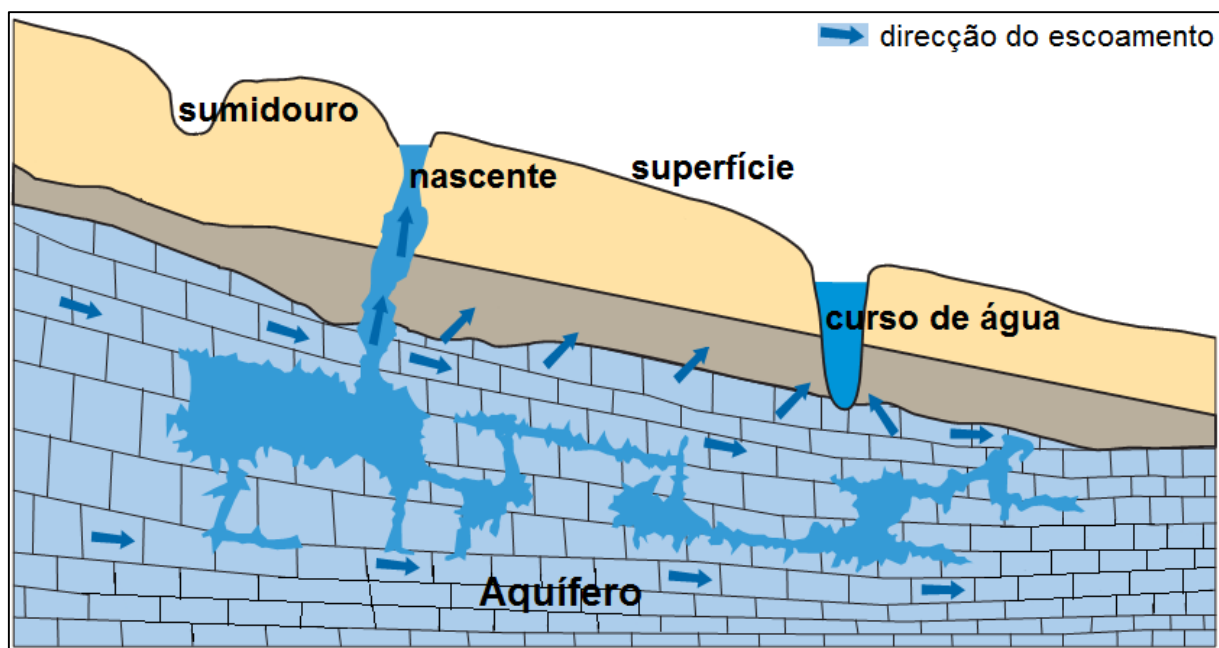


Figura 3.2 Exemplo de interações água superficial-água subterrâneas no Algarve (Adaptado de Spechler e Schiffer, 1995).

### 3.4. Vegetação

O Algarve possui uma flora rica e diversificada, que resulta da combinação de espécies com várias origens biogeográficas. A região representa um ponto de encontro biogeográfico de espécies com origem atlântica, mediterrânica e norte-africana. No Algarve ocorrem populações significativas de espécies e habitats cuja distribuição está em grande medida restringida a esta região, quer a nível nacional como a nível internacional. Isso significa que a sua conservação a nível nacional e global depende pelo menos parcialmente da sua conservação no Algarve. Uma parte importante das áreas com maior valor de conservação no Algarve encontra-se já incluída em áreas com estatuto de protecção, nomeadamente áreas da rede nacional de áreas protegidas, Zonas de Protecção Especial e Zonas Especiais de

Conservação (Figura 3.3). Em conjunto, estas áreas cobrem cerca de 36% da região algarvia. Apesar disso, os limites dos diferentes tipos de áreas são frequentemente discrepantes, o que provoca dificuldades operacionais de planeamento e gestão (MAOT, 2006).

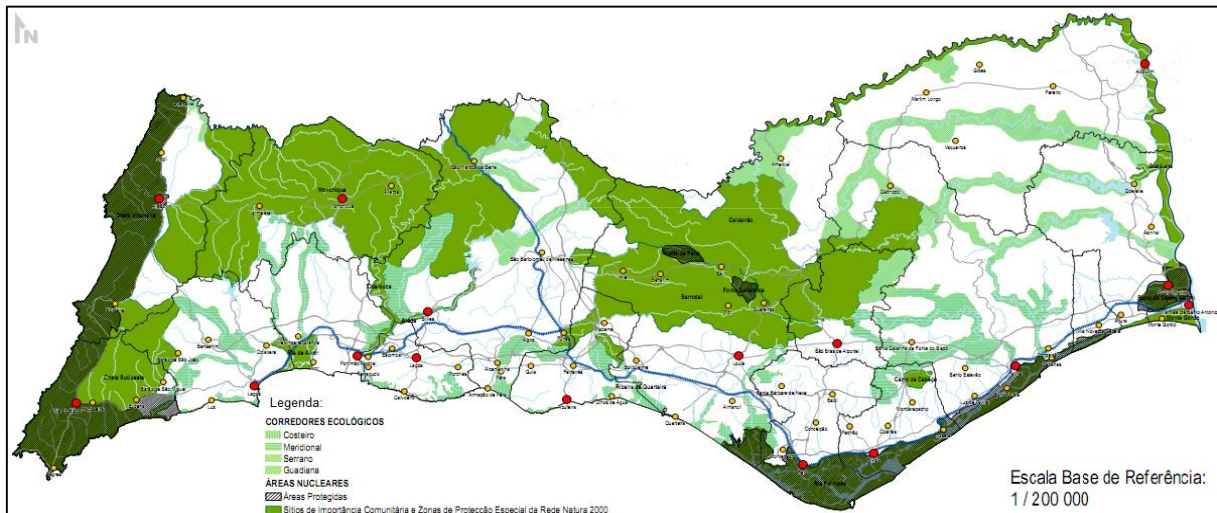


Figura 3.3 Áreas com maior valor de conservação do Algarve (Adaptado de MAOT, 2007).

No contexto das interações águas subterrâneas-águas de superfície têm particular importância a floresta ripícola. Nesta são comuns os choupais de *Populus alba* e *Populus nigra*, e também formações dominadas por espécies do género *Fraxinus* (freixiais) nas linhas de água da zona de Monchique e em cursos de água temporários do Barrocal algarvio. O salgueiral ribeirinho arbustivo tem representatividade na bacia do Guadiana, mas também noutras ribeiras do Algarve (Gomes e Ferreira, 2005; MAOT, 2006). Na bacia hidrográfica das Ribeiras do Algarve as comunidades mais características são os amiais, os salgueirais, os juncais e os freixiais e choupos, são pois formações vegetais de porte arbóreo, arbustivo ou herbáceo. As formações arbóreas estabelecem-se normalmente ao longo de troços estáveis de rios em planície, enquanto as formações arbustivas e herbáceas são características de percursos de linhas de água em montanha ou ao longo de leitos declivosos (MAOT, 2000; Gomes e Ferreira, 2005).

Assim são de destacar os seguintes habitats ripícolas:

- ◆ Florestas ripícolas de amieiro em terras baixas e zonas montanhosas e galerias arborescentes de *Salix alba*, *S. fragilis* e *Populus nigra* em cursos de água montanos, sub-montanos e basais. Ocorrem em zonas com solos pesados (geralmente ricos em depósitos aluvionares). (Locais de ocorrência: Costa Sudoeste);
- ◆ Florestas ripícolas dominadas por *Salix alba*, *S. fragilis* e espécies afins. Florestas ripícolas com *Populus spp.*, *Ulmus spp.*, *Salix spp.*, *Alnus spp.*, *Acer spp.*, *Tamarix spp.*, *Juglans regia* e lianas, ocorrendo o choupo-branco frequentemente como espécie dominante. (Locais de ocorrência: Costa Sudoeste, Guadiana, Monchique, Barrocal, Arade/Odelouca);
- ◆ Galerias ripícolas de amieiro, em vales muito encaixados, com *Rhododendron ponticum ssp. baeticum*, *Frangula alnus* e uma rica comunidade de fetos. Trata-se de florestas relícticas termo-mediterrânicas e meso-mediterrânicas. (Locais de ocorrência: Costa Sudoeste, Monchique);
- ◆ Galerias de tamargueiras, loendros, *Vitex agnus-castus* e formações arbustivas de igual composição em zonas húmidas e cursos de água permanentes ou temporários das regiões termo-mediterrânicas. (Locais de ocorrência: Ria Formosa, Castro Marim, Costa Sudoeste, Ribeira de Quarteira, Guadiana, Monchique, Barrocal, Cerro da Cabeça, Arade/Odelouca, Ria de Alvor) (ICNB, 2000 em MAOT, 2006).

## 4. Metodologia

### 4.1. Enquadramento Geral

Devido à complexidade das interações entre água superficial e água subterrânea que vão para além de sistemas conectados ou desconectados hidraulicamente (Figura 4.1), existindo situações em que o sistema rio-aquífero não está totalmente desconectado, mas alterações no aquífero influenciam o comportamento do rio (Sophocleous, 2002). Torna-se por isso difícil saber quais os cursos de água que estão em conexão com um aquífero, isto torna-se ainda mais complicado a nível regional pois um curso de água pode estar em conexão com o aquífero num ponto, ao longo de todo o seu curso, ou em vários pontos do seu curso, podendo posteriormente ser efluente ou influente. Um dos métodos possíveis para determinar a possibilidade de conexão entre cursos de água e aquíferos é conhecer a distância da superfície até ao topo do aquífero e com isso criar mapas de profundidade do nível da água subterrânea, porém não existe nenhum valor padrão da profundidade a que se encontra o topo do aquífero que garanta a existência de conexão.

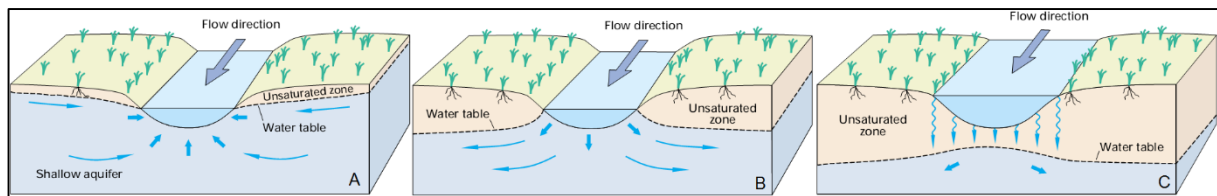


Figura 4.1 Sistemas rio-aquífero (A) conectado com rio efluente, (B) conectado com rio influente, (C) desconectado (Adaptado de Winter *et al.*, 1998).

Apesar de não existir um valor padrão da profundidade a que se encontra o topo do aquífero que comprove se existe ou não conexão entre um aquífero e um curso de água, existem vários estudos realizados sobre interações rio-aquífero e EDAS que apresentam diversos valores para os quais existe conexão entre rio e aquífero. Por exemplo ao longo do Rio Tarim no deserto de Taklamakan (China) a profundidade ideal para o crescimento das plantas é de 2 a 4 metros e o limite para existir dependência é de 6 metros (Hao *et al.*, 2010). Em dois modelos criados para identificar EDAS, através de detecção remota e sistemas de informação geográfica, na região de Sandveld (África do Sul), foram usados vários níveis de profundidade do nível da água subterrânea, os níveis para os quais a probabilidade dos ecossistemas serem dependentes de água subterrânea era o nível dos 0 aos 5 metros e o nível

dos 5 aos 15 metros de profundidade (Münch e Conrad, 2007). Na metodologia do “*Connectivity Index Model*”, um modelo utilizado para avaliar a conectividade entre água superficial e subterrânea, as profundidades inferiores a 10 metros ao topo do aquífero assinalam uma maior conectividade entre os cursos de água e os aquíferos (Brodie *et al.*, 2007b). No sul da Austrália Ocidental três modelos sobre o efeito do clima nos EDAS consideram as áreas onde a profundidade até ao topo do aquífero é inferior a 10 metros, como as zonas onde os EDAS têm maior probabilidade de existir (Barron *et al.*, 2012).

Os mapas de profundidade do nível da água subterrânea podem ser usados para ajudar a localizar EDAS, no entanto são bastante difíceis de construir com precisão fiável ao nível de escalas regionais devido à complexidade das paisagens e à distribuição dispersa dos dados do nível da água subterrânea (Dresel *et al.*, 2010).

## **4.2. Aplicação ao Algarve**

Em Portugal existem poucos estudos realizados sobre a identificação de EDAS, Salvador *et al.* (2011) identificou um conjunto de lagoas, das cerca de 400 lagoas temporárias mediterrânicas já identificadas em Portugal, cujos ecossistemas são dependentes de água subterrânea, no entanto as lagoas identificadas nas áreas dos aquíferos mais importantes são as que exibem menor dependência de água subterrânea.

Também Monteiro *et al.* (2011) procedeu à identificação de EDAS nas Regiões Hidrográficas de Sado e Mira e da Bacia do Guadiana. Uma das metodologias aplicadas consistiu na análise dos modelos conceptuais de escoamento dos sistemas aquíferos, para os quais o actual estado do conhecimento permite identificar áreas onde ocorrem transferências de águas subterrâneas para os cursos de água e também a identificação de zonas de percolação ascendente de água subterrânea associadas ao funcionamento de ecossistemas terrestres. A outra metodologia utilizada por Monteiro *et al.* (2011) foi a criação de um critério cartográfico automático, de modo a obter uma imagem regional dos cursos de água para os quais é mais provável existirem condições de conexão hidráulica com os aquíferos. Para isso recorreu a dados da profundidade do topo do aquífero, a um modelo digital de terreno e a um sistema de informação geográfica. Similarmente a metodologia desenvolvida no estudo realizado teve também como base um conjunto de dados de piezometria da profundidade do topo do aquífero (Figura 4.2), por forma a realizar uma análise casuística.

Assim o primeiro passo foi a recolha de dados das estações de piezometria, do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH), para os aquíferos do Algarve. Para cada aquífero foram recolhidos os valores médios referentes à profundidade do nível da água de cada estação, dependendo da estação existe um diferente número de leituras, em parte porque as leituras não foram realizadas no mesmo intervalo de tempo para cada estação. No ANEXO I encontram-se as tabelas criadas para cada aquífero, com os valores médios da profundidade do nível da água de cada estação assim como outra informação relevante, nomeadamente as coordenadas das estações. A distribuição geográfica das estações de piezometria é por vezes demasiado assimétrica existindo grandes áreas sem nenhuma estação.

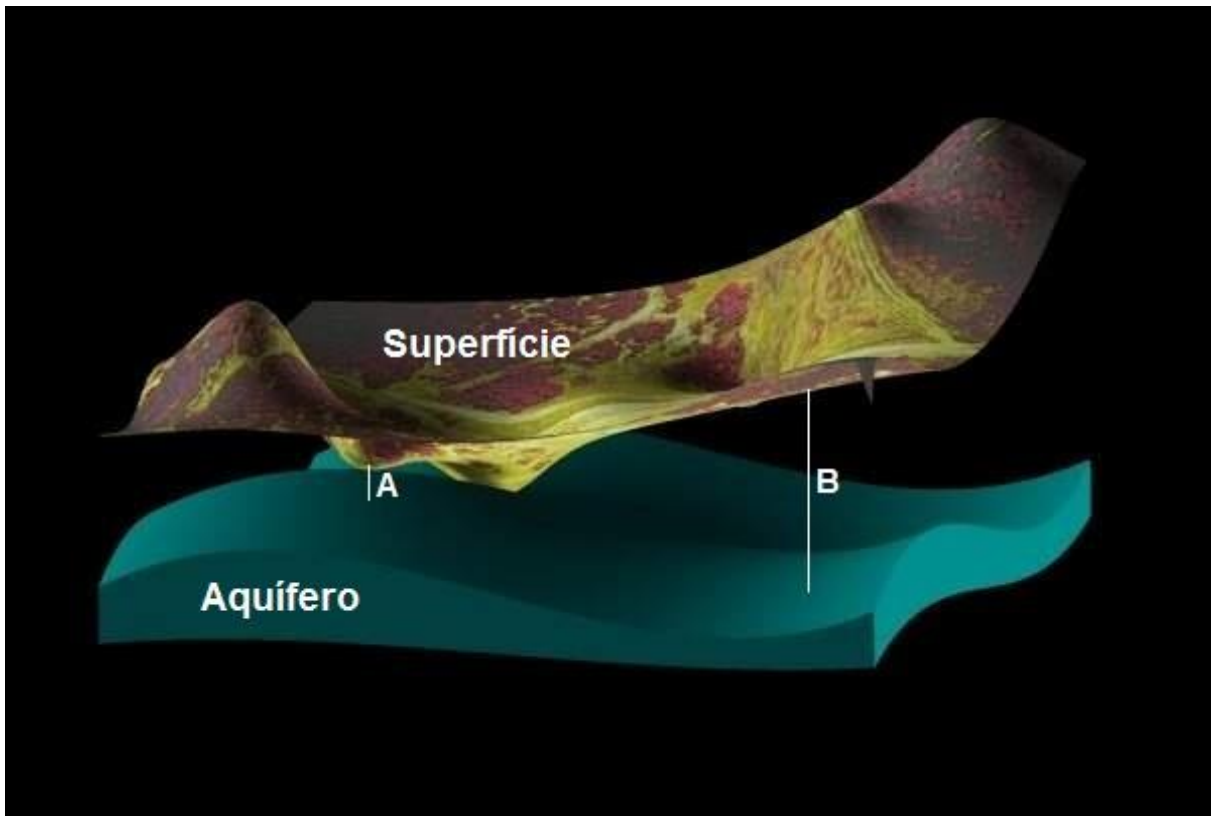


Figura 4.2 Profundidade da superfície ao topo do aquífero no caso de não existir possibilidade de conexão (B) e de existir possibilidade de conexão (A) (Adaptado de *RockWorks2002*).

Recorreu-se à informação georreferenciada do *InterSIG* para obter os limites dos aquíferos, assim como a rede hidrográfica do Algarve. Esta informação foi introduzida no *ArcGIS* de modo a obter mapas da localização dos aquíferos no Algarve com a sobreposição da rede hidrográfica (Figura 4.3). Apenas foram considerados na análise os rios e ribeiras que passam sobre os aquíferos, assim como os aquíferos sobre os quais passam rios e ribeiras

georreferenciados. A escala de trabalho da informação georreferenciada não exibe todos os cursos de água existentes no Algarve, existindo alguns cursos de dimensões mais pequenas não representados. Estão no entanto representados todos os que podem albergar os ecossistemas mais relevantes.

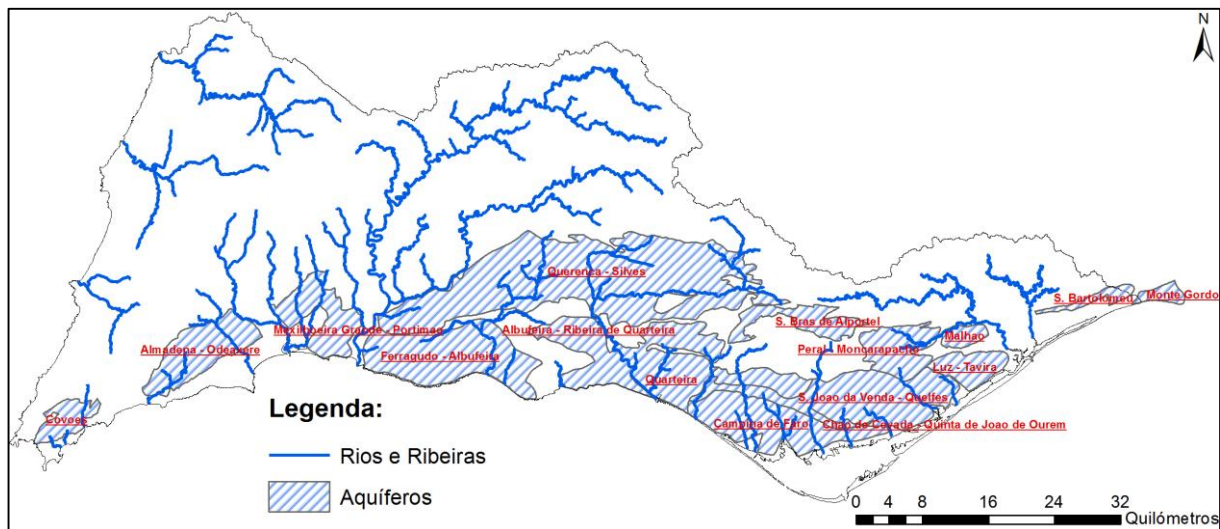


Figura 4.3 Aquíferos, rios e ribeiras do Algarve.

Para interpolar os valores da profundidade do nível da água, de modo a obter um valor de profundidade para cada ponto do aquífero respectivo, recorreu-se à ferramenta do *ArcGIS*, *Geostatistical Analyst*. Dos métodos de interpolação disponíveis foi usado o método do inverso da potência das distâncias, este é um procedimento para interpolação determinista com recurso a um conjunto de dados separados geralmente no espaço, como é o caso. Não foi utilizada a krigagem devido ao número de pontos para alguns dos aquíferos ser inferior a dez.

Assim as localizações de valor desconhecido são calculadas com recurso a uma média ponderada dos inversos das distâncias dessa mesma localização à localização de valores conhecidos (Soares, 2006). Foi dado um maior peso às estações que apresentavam um maior número de leituras. Foram utilizados os parâmetros de interpolação que estavam seleccionados por defeito. O *Geostatistical Analyst* criou *layers* para cada um dos aquíferos com as respectivas interpolações da profundidade do nível da água, no entanto a extensão dos *layers* não corresponde à extensão exacta dos aquíferos, pelo que foi realizada uma extrapolação dos valores em falta para a total extensão dos respectivos aquíferos. Isto porque

a interpolação só é feita para a área definida pelo perímetro dos pontos mais distantes, pelo que para obter valores para as zonas do aquífero que não estão contidas nessa área é necessário recorrer à extrapolação, o que aumenta o erro dos valores obtidos. Os *layers* foram em seguida convertidos para *shapefiles*, usando o *Layer To Contour*, de modo a poder utilizar a ferramenta *Clip* para “cortar” os *shapefiles* à medida dos limites de cada um dos respectivos aquíferos.

Para cada uma das interpolações obtidas foram atribuídos diferentes intervalos de profundidades em consonância com os valores obtidos nas interpolações. Considerou-se então dois intervalos de profundidades para que os cursos de água estejam em conexão com os aquíferos, e conseqüentemente para que os ecossistemas sejam dependentes de água subterrânea. Assim considera-se que entre 0 a 5 metros a probabilidade dos ecossistemas serem dependentes é bastante elevada, entre 5 a 10 metros a probabilidade já é mais reduzida, e para profundidades superiores a 10 metros não existe dependência. Partiu-se também do princípio que um ecossistema dum curso de água que está em conexão com o aquífero numa determinada zona, é também dependente de água subterrânea para jusante, mesmo não estando o curso de água em conexão com o aquífero nessa zona.

Um dos problemas que este método apresenta é o facto de cada ponto da superfície interpolado partir do princípio que a cota desse mesmo ponto é igual à do ponto conhecido, mas como isto não é verdade para todos os pontos a profundidade interpolada pode na realidade ser maior ou menor conforme a real cota desse ponto. Para além disso os resultados são muito limitados pela representatividade dos dados de piezometria, que exibem lacunas espaciais e temporais importantes.

É também preciso ter em conta que o facto de um aquífero estar em conexão com um curso de água não significa que esse curso de água receba água do aquífero, pode verificar-se o oposto, e o curso de água recarregar o aquífero. Também não basta que um curso de água esteja a uma profundidade próxima do topo do aquífero para garantir que exista conexão, existem outros factores, como a geomorfologia da área, que influenciam a conexão hidráulica entre um aquífero e um curso de água. Apesar disso a profundidade do nível da água subterrânea é uma forma rápida de ter uma boa noção da possibilidade de existência ou não de conexão, pois se a profundidade for muito elevada não existirá conexão certamente e o curso de água será influente.

## 5. Apresentação e Discussão dos Resultados

Em seguida apresentam-se os mapas da profundidade do nível da água criados no *ArcGIS* e procede-se à discussão da possibilidade de conexão entre os aquíferos e cursos de água e subsequente existência de EDAS.

### 5.1. Covões

Para o aquífero de Covões (Figura 5.1) o nível da água encontra-se a profundidades bastante elevadas, pelo que torna impossível a alimentação de qualquer um dos cursos de água que se encontram sobre o aquífero.

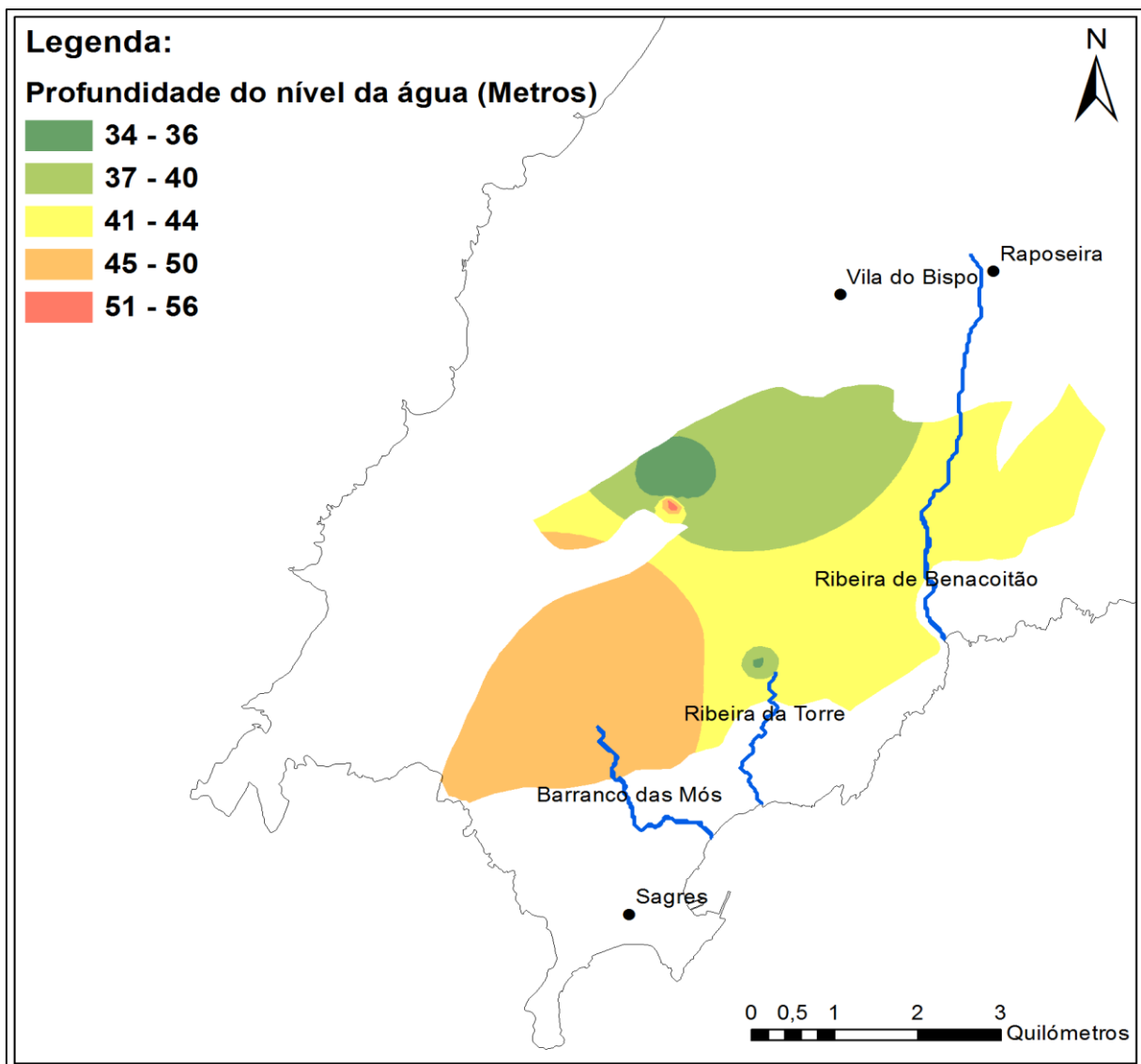


Figura 5.1 Aquífero de Covões.

## 5.2. Almádena-Odiáxere

O aquífero de Almádena-Odiáxere ao contrário do de Covões é bastante mais estudado, existindo vários estudos e modelos numéricos, nomeadamente Martins (2007) e Hugman (2009), que referem a conexão entre os cursos de água e o aquífero. Almeida *et al.* (2000) refere como zonas de descarga o Paul da Abedueira e Boca do Rio, estas duas zonas coincidem em parte com as zonas onde, segundo a Figura 5.2, a profundidade do nível da água sugere a existência de conexão entre o aquífero e a Ribeira de Bensafrim e de Vale Barão respectivamente. À luz destes factos pode-se considerar que tanto a Ribeira de Vale Barão como a de Bensafrim, a jusante da zona onde a profundidade do nível da água é inferior a 10 metros são potenciais ecossistemas dependentes de água subterrânea.

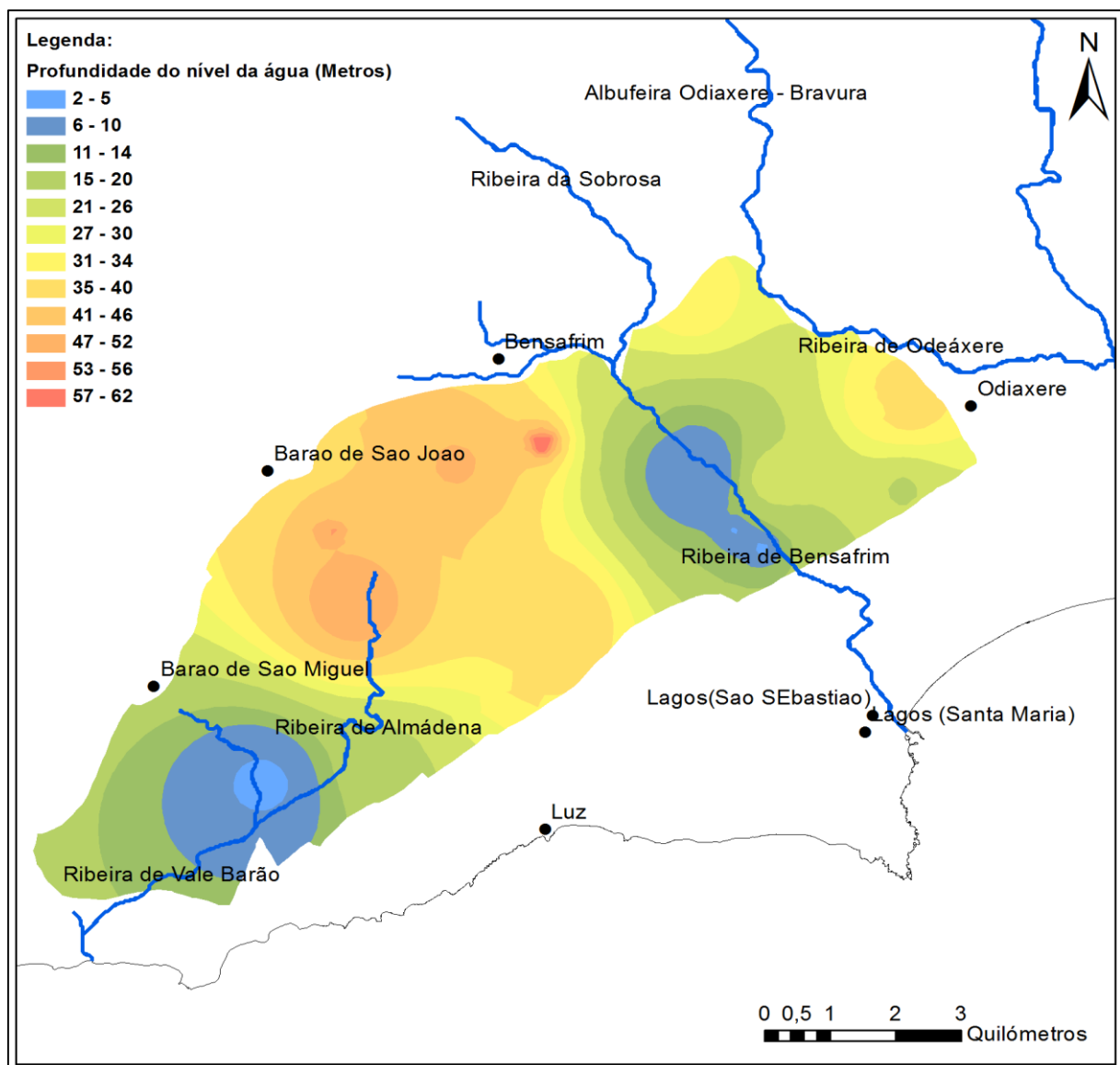


Figura 5.2 Aquífero de Almádena-Odiáxere.

### 5.3. Mexilhoeira Grande-Portimão

As zonas de descarga do aquífero de Mexilhoeira Grande-Portimão dão-se para a Ribeira de Boina na zona das Fontainhas e na zona da Companheira (Almeida *et al.*, 2000). Na Figura 5.3 pode-se ver que na zona onde a profundidade do nível da água é inferior a 10 metros não passam cursos de água, embora parte dessa zona coincida com a zona da Companheira e se encontre bastante próximo da Ribeira de Boina. Apesar da Ribeira de Boina não estar sobreposta ao aquífero no mapa, podem existir erros na informação georreferenciada e a ribeira provavelmente receberá água do aquífero, sendo que assim para jusante da zona da Companheira os ecossistemas associados à ribeira são potenciais EDAS, o que inclui parte do Rio Arade.

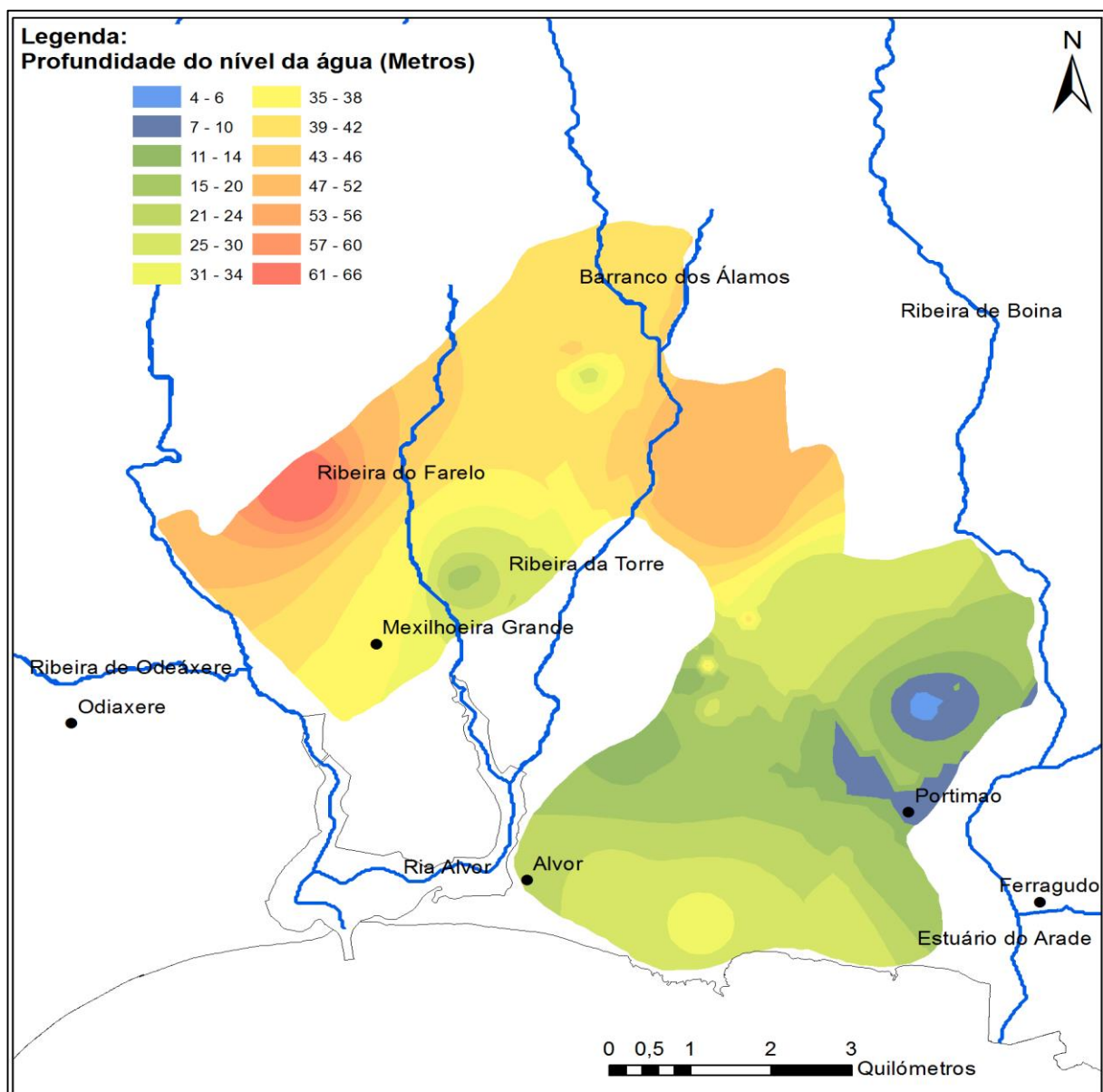


Figura 5.3 Aquífero de Mexilhoeira Grande-Portimão.

## 5.4. Ferragudo-Albufeira

No aquífero Ferragudo-Albufeira (Figura 5.4) a Ribeira de Alcantarilha, na zona de Pêra, encontra-se entre 6 a 10 metros do topo do aquífero, pelo que para jusante de Pêra os ecossistemas serão potenciais EDAS.

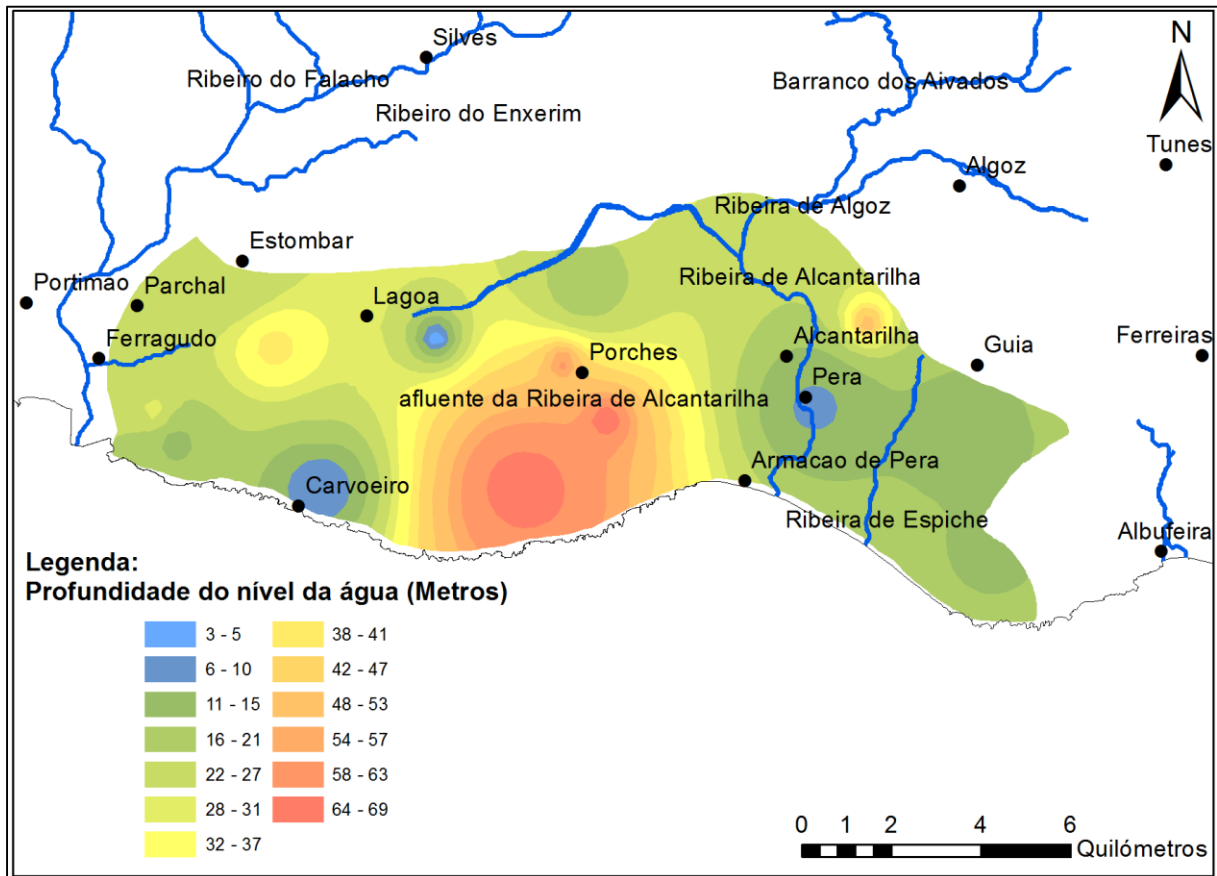


Figura 5.4 Aquífero de Ferragudo-Albufeira.

## 5.5. Querença-Silves

O aquífero Querença-Silves é um dos mais estudados no Algarve, devido à sua dimensão e produtividade. Este aquífero tem como principais pontos de descarga várias nascentes, nomeadamente a Fonte Benémola, de Salir, de Paderne, as Fontes de Alte e as de Estômbar (Almeida *et al.*, 2000).

Na Figura 5.5 pode-se observar que a Ribeira da Fonte Menalva e a Ribeira das Mercês, que quando se juntam passam a ser designadas por Ribeira de Algibre, se encontram numa zona onde existe possibilidade de conexão com o aquífero. Algo expectável pois é nesta zona que

se localizam as Fontes de Salir e da Benémola entre outras de menor relevância, a Ribeira de Algibre é todavia efluente em certos pontos do seu percurso (Reis, 2007).

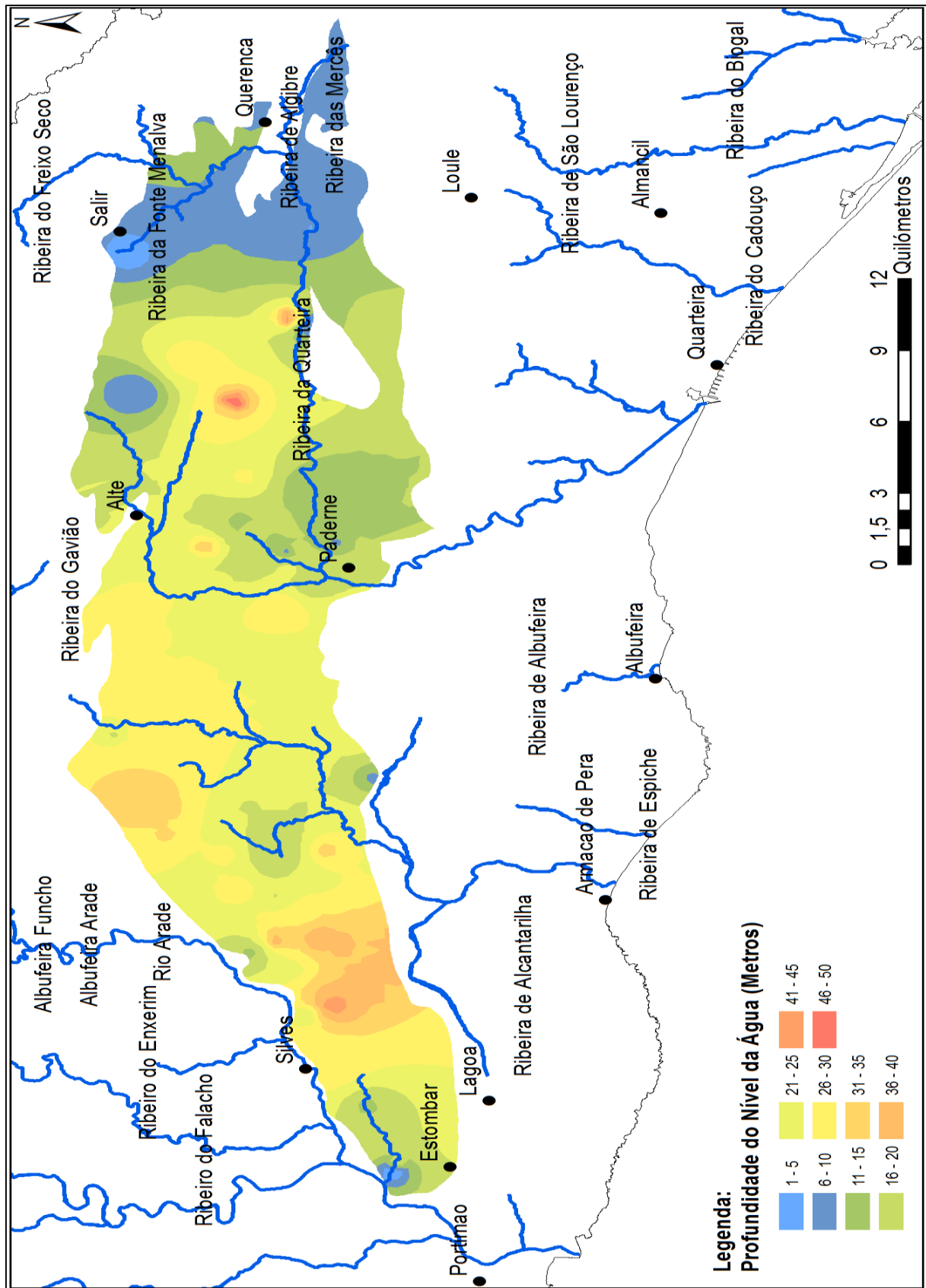


Figura 5.5 Aquífero Querença-Silves.

As Fontes de Alte alimentam a Ribeira de Alte (Reis, 2007), que a partir da confluência com a Ribeira de Algibre passa a ser designada por Ribeira de Quarteira, esta por sua vez é alimentada pela Fonte de Paderne (Almeida *et al.*, 2000), porém isto não é evidente na Figura 5.5. No entanto quer a Este de Alte como a Este de Paderne são visíveis duas zonas onde a profundidade ao topo do aquífero é inferior a 10 metros, sendo a zona a este de Alte substancialmente maior, que podem representar as fontes, mas que por erros da informação georreferenciada ou da interpolação e extrapolação não se encontrem na localização que se previa.

Pode-se então dizer que existe a possibilidade de toda a Ribeira de Quarteira assim como os seus afluentes, a Ribeira de Algibre e a Ribeira de Alte, e também o afluente da Ribeira de Algibre, a Ribeira da Fonte Menalva, serem ecossistemas dependentes de água subterrânea, com maior ou menor grau de dependência.

As nascentes de Estômbar no limite oeste do aquífero são a maior área de descarga do aquífero (Monteiro *et al.*, 2007b), podem-se observar na Figura 5.5 na zona a norte de Estômbar onde a profundidade ao nível da água é inferior a 10 metros. Estas nascentes descarregam para o Rio Arade, sendo que já se tinha constatado que o Rio Arade também recebia água subterrânea através da Ribeira da Boina. Assim os ecossistemas associados ao rio deverão ser dependentes de água subterrânea.

## **5.6. Almancil-Medronhal, São João da Venda-Quelfes, Chão de Cevada-Quinta João de Ourém e Campina de Faro**

Os aquíferos de Almancil-Medronhal, São João da Venda-Quelfes, Chão de Cevada-Quinta João de Ourém e Campina de Faro estão representados conjuntamente na Figura 5.6, não porque estes sistemas aquíferos estejam necessariamente ligadas entre si, mas porque os cursos de água que passam na região tem os seus percursos sobre a maioria destes aquíferos e estas unidades estão encaixadas umas nas outras.

As profundidades do nível da água nos aquíferos de Almancil-Medronhal e Chão de Cevada-Quinta João de Ourém são ambas bastante elevadas, sendo todas as profundidades superiores a cerca de 14 metros, e não são conhecidas zonas de descarga para estes aquíferos.

Na Figura 5.6 pode se ver que o aquífero de São João da Venda-Quelfes apresenta profundidades inferiores a 10 metros numa zona a nordeste da Fuseta, nessa zona passa o Ribeiro do Tronco. Assim pode ser considerado como potencial EDAS para jusante do ponto a sudeste de Moncarapacho onde a profundidade é inferior a 10 metros.

O sistema aquífero da Campina de Faro apresenta extensas áreas com profundidades do nível da água inferiores a 10 metros e algumas mesmo inferiores a 5 metros, sendo que nessas áreas passam vários ribeiros, nomeadamente: Ribeira de Bela-Mandil; Rio Seco; Ribeira do Biogal e seu afluente; Ribeira de São Lourenço; e o Corgo da Gondra.

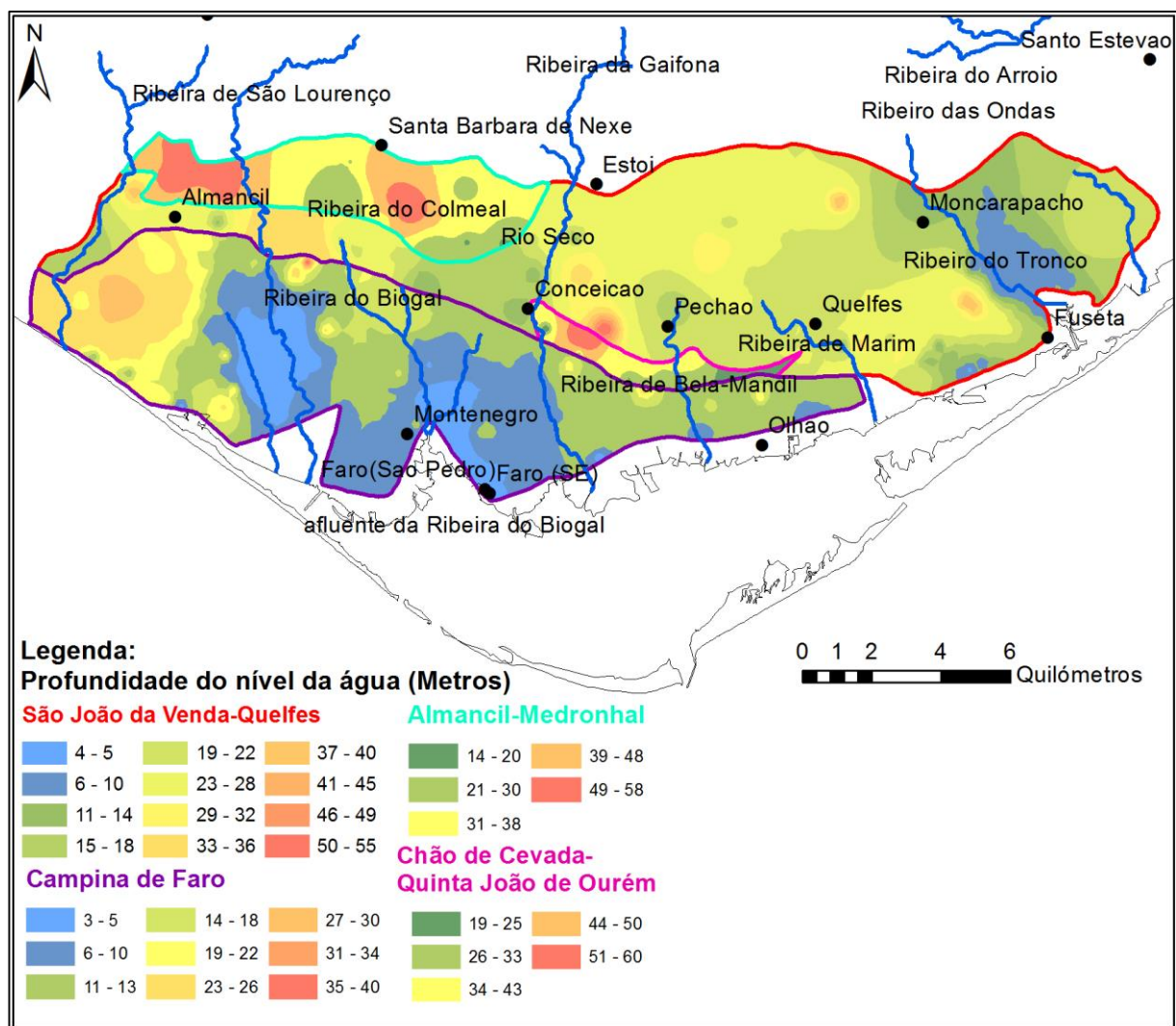


Figura 5.6 Aquíferos de Almancil-Medronhal, São João da Venda-Quelfes, Chão de Cevada-Quinta João de Ourém e Campina de Faro.

Segundo Almeida *et al.* (2000) o sistema aquífero da Campina de Faro é composto por um aquífero confinado multicamada e por um aquífero livre superficial, estando os ribeiros referidos provavelmente em conexão hidráulica com o aquífero livre superficial. Estes

ribeiros presumivelmente não recebem água do aquífero, mas funcionam como zonas de recarga do aquífero (Almeida *et al.*, 2000). Não há no entanto certeza que esta seja a relação entre os cursos de águas e o aquífero, sendo possível que os ribeiros sejam influentes em certas zonas e efluentes noutras. Logo é difícil de afirmar que os ribeiros são potenciais EDAS, mas tal não é impossível.

Outra hipótese é o sistema aquífero da Campina de Faro descarregar directamente para a Ria Formosa nas áreas referidas anteriormente, e este ecossistema ser em parte depende de águas subterrâneas. A disponibilidade de água subterrânea pode influenciar as comunidades existentes na Ria Formosa da mesma forma que Silva *et al.* (2011) mostra que a contribuição de água subterrânea do aquífero de Querença-Silves para o estuário do Rio Arade influencia a distribuição das comunidades lá existentes.

## 5.7. São Brás de Alportel

No aquífero de São Brás de Alportel (Figura 5.7) a profundidade do nível da água é inferior a 10 metros para praticamente toda a zona Este. No entanto nesta zona não se encontra nenhum curso de água que esteja na informação georreferenciada usada.

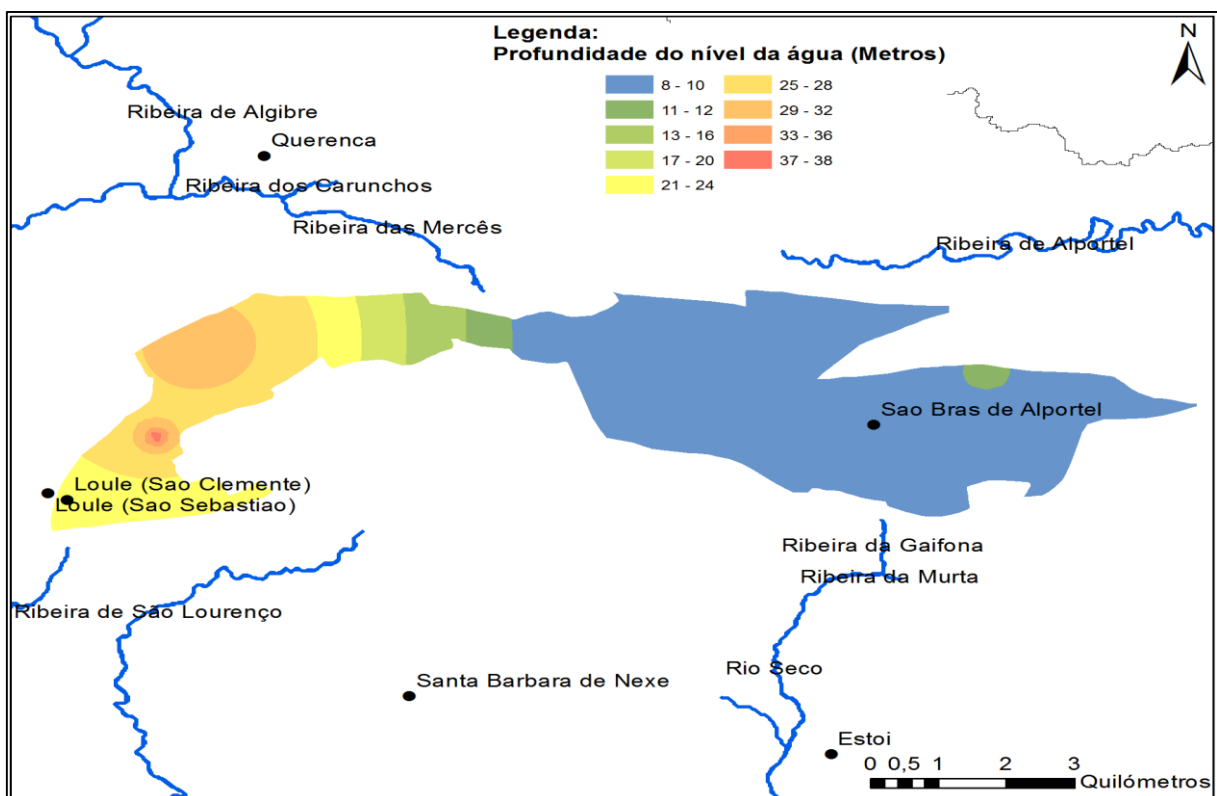


Figura 5.7 Aquífero de São Brás de Alportel.

## 5.8. Albufeira-Ribeira de Quarteira e Quarteira

Os sistemas aquíferos de Albufeira-Ribeira de Quarteira e de Quarteira têm ambas zonas de descarga para o oceano a sul e partilham uma região de descarga, que corresponde a parte da Ribeira de Quarteira (Monteiro *et al.*, 2007a). As descargas para o oceano não são visíveis na Figura 5.8, mas pode-se verificar a existência de zonas no aquífero de Quarteira que provavelmente correspondem à região de descarga para a Ribeira de Quarteira devido à proximidade do topo do aquífero à superfície, apesar de o mesmo não se verificar no aquífero de Albufeira-Ribeira de Quarteira. Apesar de a Ribeira de Quarteira nesta área também alternar entre troços influentes e efluentes (Silva, 1988 em Monteiro *et al.*, 2007c) pode-se dizer que os ecossistemas associados à ribeira são potencialmente dependentes de água subterrânea, pois para além da contribuição de água referida, a ribeira tem contribuições a montante provenientes do aquífero de Querença-Silves.

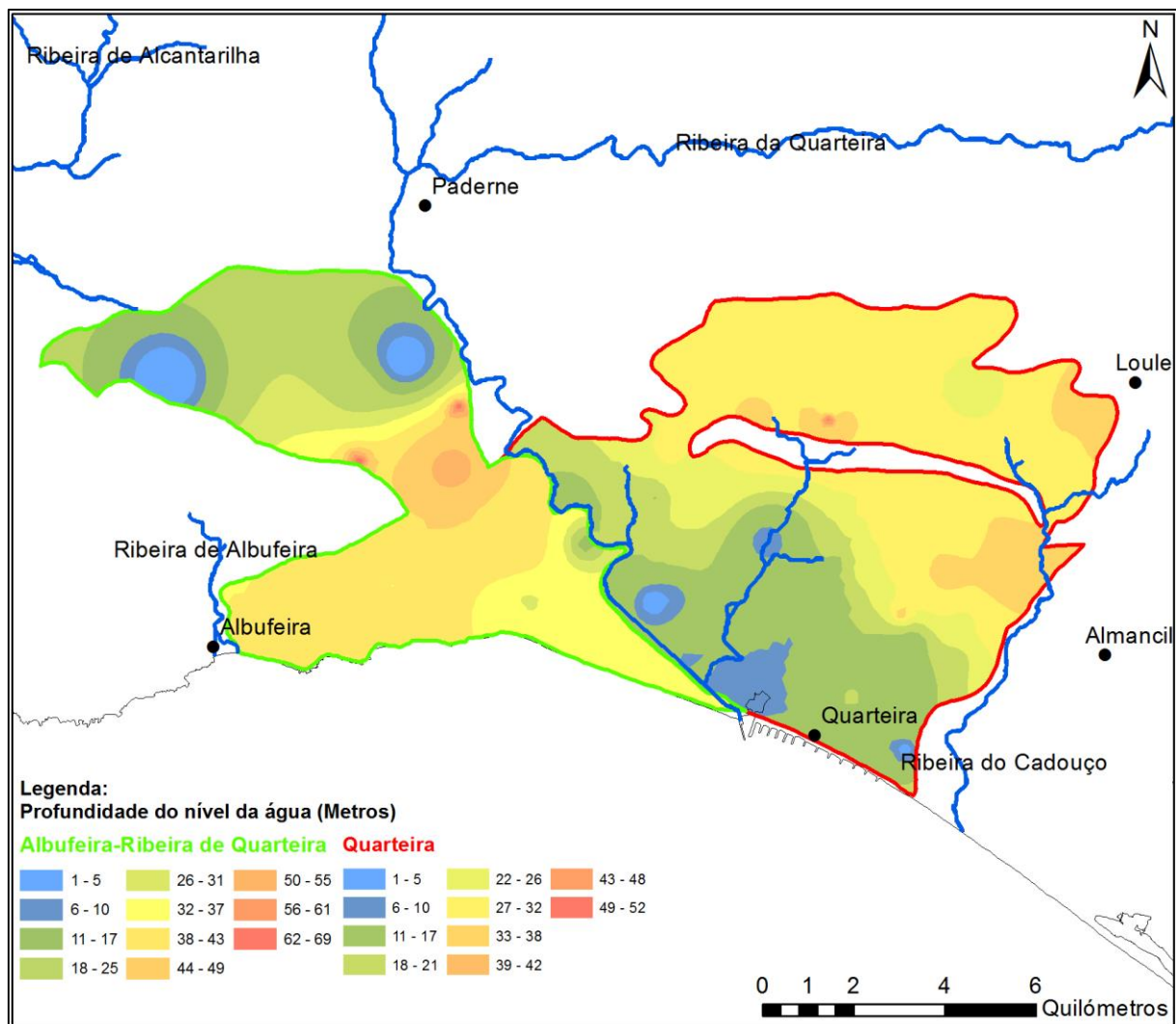


Figura 5.8 Aquíferos de Albufeira-Ribeira de Quarteira e de Quarteira.

## 5.9. Peral-Moncarapacho

O aquífero de Peral-Moncarapacho não apresenta zonas de descarga permanentes, existem porém várias nascentes periódicas: Jordana; Caliços; Cerro da Cabeça; e Ribeira do Tronco (Almeida *et al.*, 2000). Na Figura 5.9 é visível apenas uma pequena zona onde a profundidade do nível da água é inferior a 10 metros. É provável que nesta zona se localize alguma das nascentes referidas ou mesmo todas, sabido que se encontram próximas umas das outras. Apesar de na Figura 5.9 a Ribeira do Tronco não se prolongar até à zona referida, a ribeira poderá receber contribuições do aquífero através das referidas nascentes, estas poderão não ser no entanto muito importantes. Sendo que o troço final do Ribeiro do Tronco já foi anteriormente considerado como um potencial EDAS, pode-se estender essa possibilidade a todo o seu percurso.

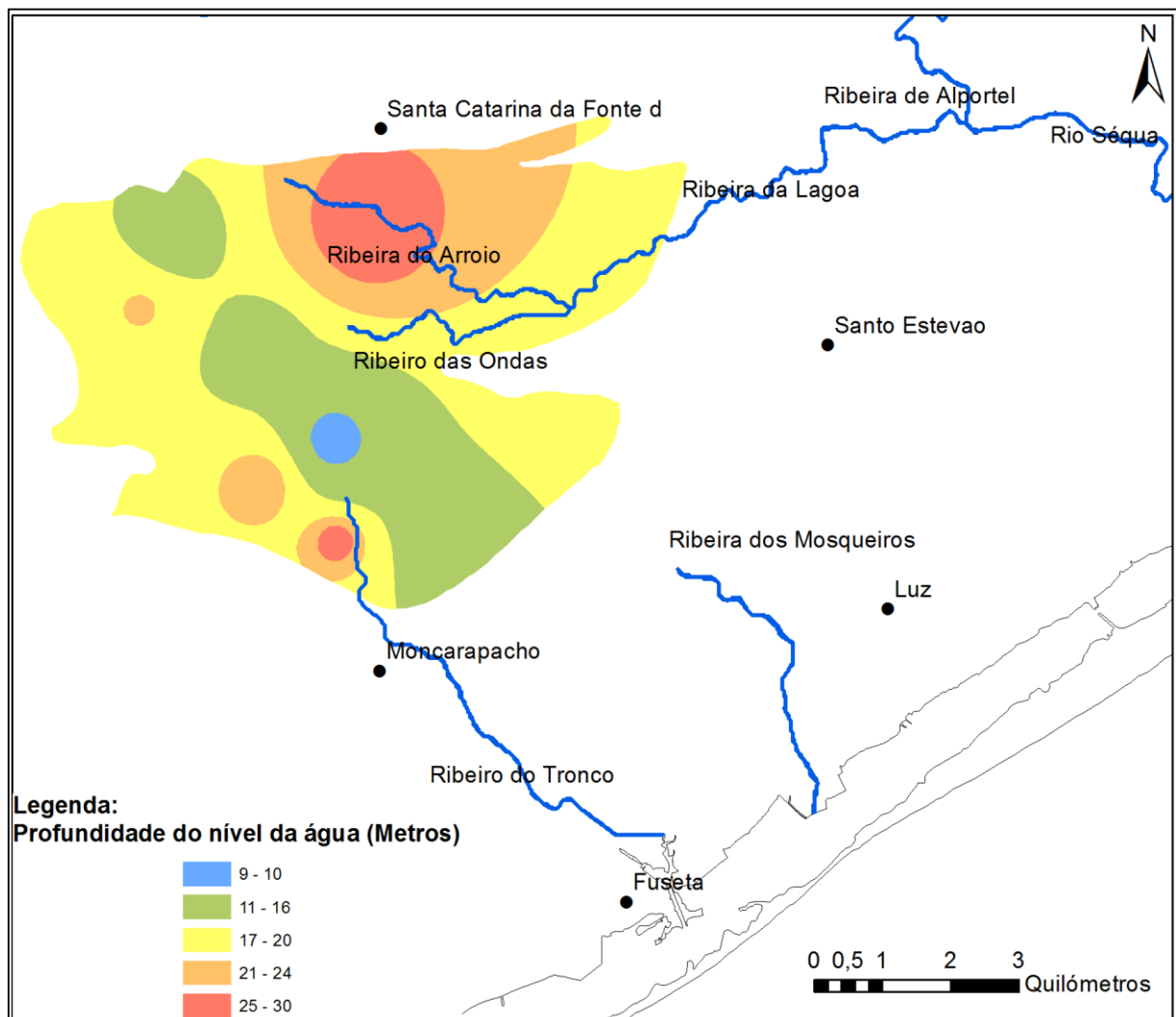


Figura 5.9 Aquífero de Peral-Moncarapacho.

## 5.10. Luz-Tavira

Na Figura 5.10 constata-se que o aquífero de Luz-Tavira não apresenta valores de profundidade do nível da água inferiores a 10 metros. Segundo Reis (2007) a descarga deste sistema aquífero faz-se para várias linhas de água, esses cursos de água são pouco extensos e por isso não aparecem à escala da informação georreferenciada usada. A descarga para essas linhas de água deve-se à subida do nível da água no aquífero nos últimos anos como consequência da redução do número de extracções de água subterrânea, devido à mudança para o uso de água superficial. Essa subida do nível da água não está patente na Figura 5.10, provavelmente devido à interpolação ser feita com recurso a médias de séries temporais até 40 anos.

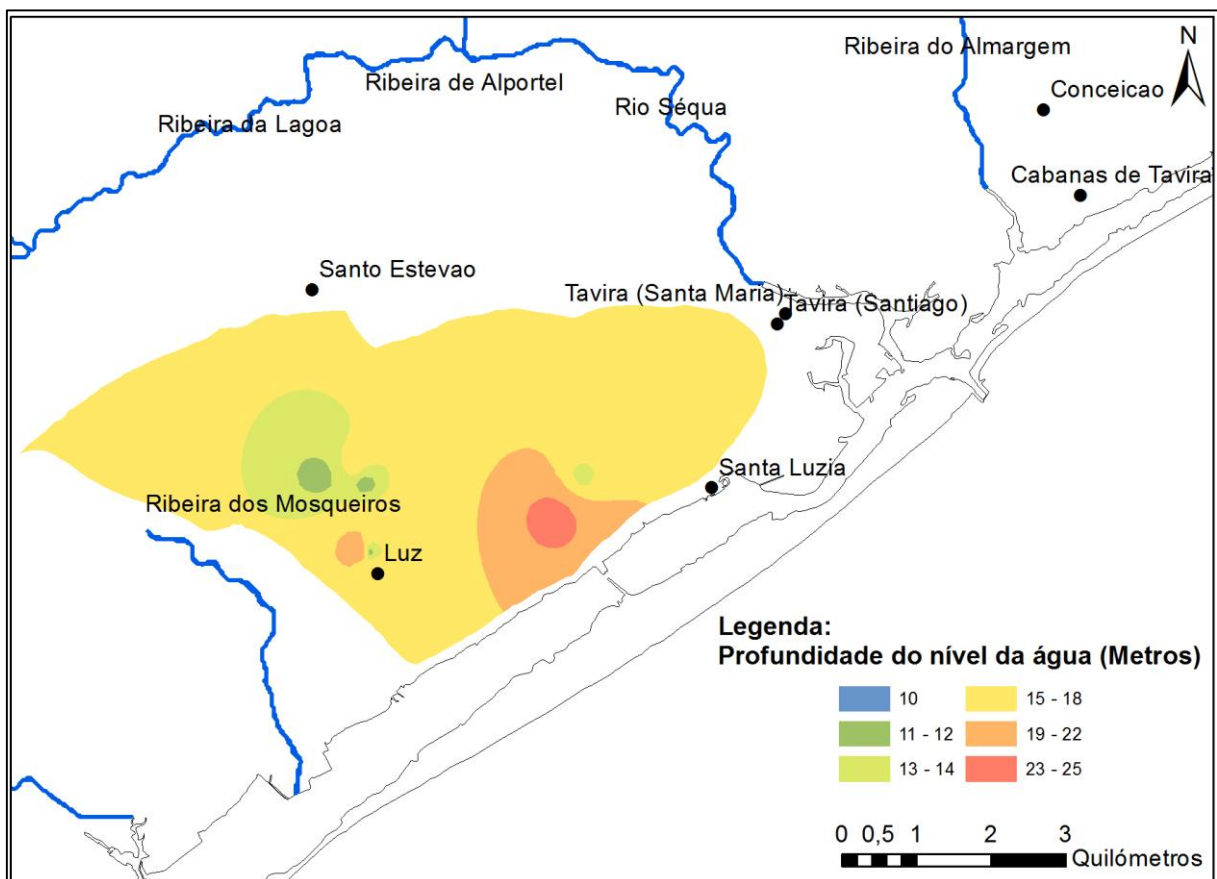


Figura 5.10 Aquífero de Luz-Tavira.

Tem que ser tomada em consideração a possibilidade de a água subterrânea chegar à Ria Formosa e sustentar comunidades como foi referido anteriormente para o sistema aquífero da Campina de Faro.

## 5.11. Malhão

No aquífero do Malhão não são conhecidas áreas de descarga permanentes, apenas várias exurgências temporárias (Silva, 1984 em Almeida *et al.*, 2000). Na Figura 5.11 pode-se observar que o nível da água no aquífero encontra-se sempre a profundidades superiores a 16 metros. Assim a Ribeira da Lagoa não deverá estar em conexão com o aquífero, apesar da existência das exurgências temporárias mencionadas.

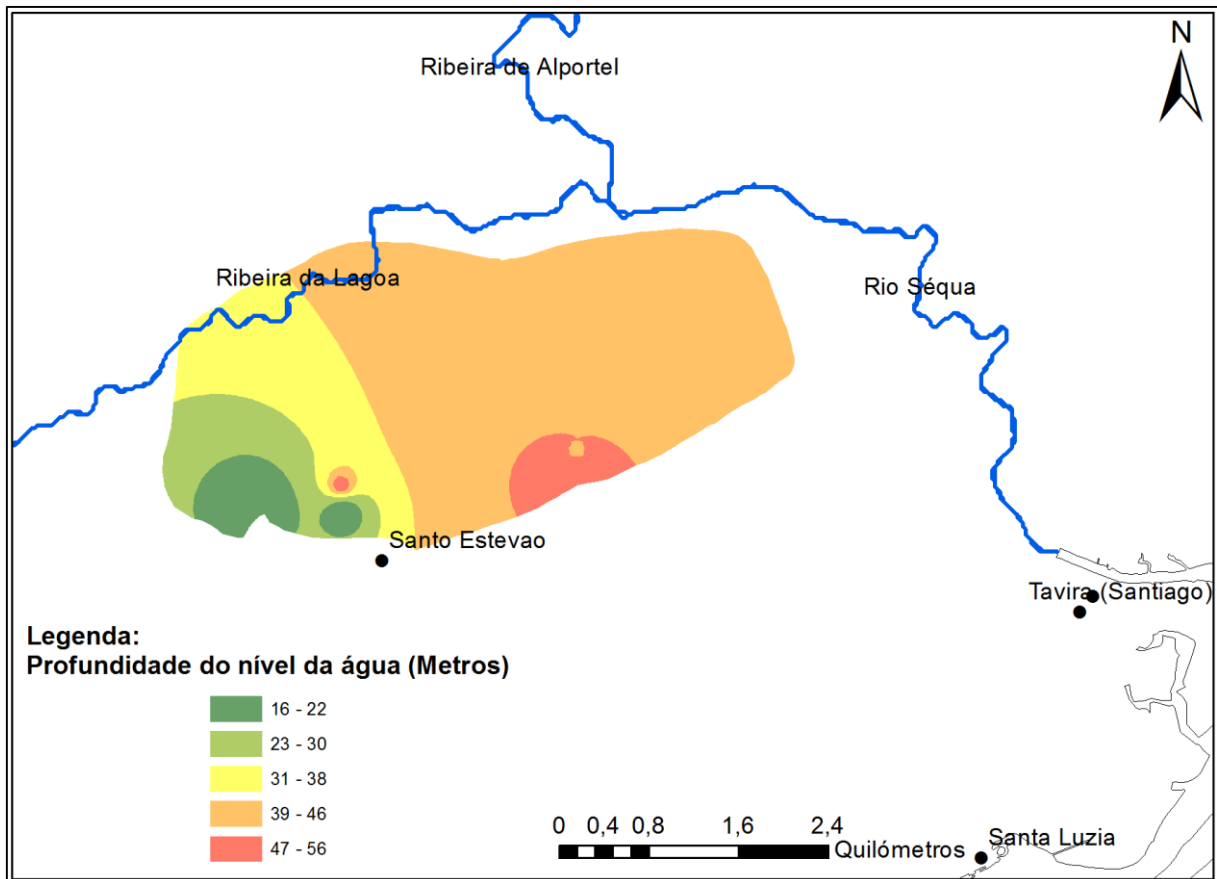


Figura 5.11 Aquífero do Malhão.

Existe no entanto próximo da confluência da Ribeira da Lagoa com a Ribeira de Alportel uma conhecida nascente (Pego do Inferno) que contribui com água para a ribeira, mas a sua localização fora do perímetro do aquífero indica que a água não será proveniente do aquífero do Malhão. No entanto dado o reduzido conhecimento deste aquífero a hipótese da nascente estar ligada ao aquífero não é impossível, assim existe a possibilidade dos ecossistemas associados à ribeira serem dependente da água do aquífero.

## 5.12. Gestão dos EDAS no Algarve

A Figura 5.12 apresenta o mapa do Algarve com todos os possíveis EDAS identificados, na figura também estão expostas todas as zonas protegidas da Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve, que integram as áreas que exigem protecção especial ao abrigo de legislação comunitária relativa à protecção das águas de superfície e subterrânea ou à conservação dos habitats. No mapa pode-se verificar que alguns dos EDAS ou parte da sua área se encontram em zonas protegidas.

Por forma a melhor gerir estes ecossistemas é útil que todas as suas áreas estejam em zonas protegidas, porém é uma tarefa bastante difícil, do ponto de vista económico e político, transpor todas as áreas de uma só vez para zonas protegidas. É por isso necessário priorizar quais as áreas que devem de ser convertidas em zona protegida. Os ecossistemas que devem de passar a ser zonas protegidas devem de ser primeiramente os que tem maior probabilidade de serem dependentes de água subterrânea, também se deve ter em conta o seu estado ecológico assim como o valor ecológico do ecossistema.

Na Tabela 5.1 encontram-se todos os cursos de água identificados como potenciais EDAS, a probabilidade de serem dependentes e o seu estado ecológico. Para se avaliar a probabilidade teve-se em conta os resultados obtidos e o conhecimento hidrogeológico já existente. Portanto a probabilidade considera-se maior onde os resultados indicam a existência de conexão entre os cursos de água e os aquíferos, e onde o conhecimento hidrogeológico já indicava a existência de conexão. Em alguns casos existe grande possibilidade de conexão, mas os cursos de água podem apenas contribuir com água para o aquífero e não o contrário.

Na maioria dos casos o estado ecológico dos EDAS podia ser melhor, tendo em conta que muitos destes ecossistemas encontram-se em parte em zonas protegidas. É por isso necessário verificar se o seu estado ecológico é dependente das condições hidrogeológicas, ou não sendo esse o caso encontrar as causas do estado inadequado do ecossistema. Impõe-se em seguida encontrar soluções para resolver esses problemas por forma a conseguir um estado ecológico minimamente razoável para todos os EDAS.

Para além do estado ecológico a gestão dos EDAS tem de ter em conta os requisitos temporais e quantitativos de água subterrânea do ecossistema em causa, pois o estado ecológico também é dependente da disponibilidade da água subterrânea. No entanto determinar esses requisitos pode ser bastante difícil. A alocação de uma percentagem da recarga de água para os



A alocação de uma percentagem da recarga de água para os ecossistemas limita-se a disponibilizar parte da recarga dos aquíferos para os EDAS sem ter em conta que existem períodos em que os ecossistemas podem necessitar de mais água do que noutros períodos, não sendo por isso a abordagem ideal.

Já o uso de valores de referência dos níveis freáticos na vizinhança dos EDAS que permitam a manutenção do fluxo de água para os ecossistemas pode ser uma boa solução, contudo necessita que exista uma boa rede de monitorização dos níveis freáticos na proximidade dos EDAS.

Possivelmente a abordagem mais pragmática seja a implementação de zonas tampão em redor dos EDAS onde a extracção de água subterrânea é interdita. Sendo também necessário a criação de regras que proíbam a sobreposição de zonas de influência das extracções por forma a evitar a concentração de extracções de água subterrânea na margem das zonas tampão.

Tabela 5.1 Probabilidade dos EDAS e seu estado ecológico.

<b>Nome Curso de Água</b>	<b>Probabilidade</b>	<b>Estado Ecológico (INAG, 2012)</b>
Ribeira de Vale Barão	Elevada	Razoável
Ribeira de Bensafrim	Elevada	Razoável
Ribeira de Boina	Elevada	Bom
Estuário do Arade	Elevada	Bom
Ribeira de Alcantarilha	Baixa	Mau
Ribeira da Fonte Menalva	Elevada	Bom
Ribeira das Mercês	Elevada	Razoável
Ribeira de Algibre	Elevada	Medíocre
Ribeira de Alte	Elevada	Medíocre
Ribeira da Quarteira	Elevada	Medíocre
Corgo da Gondra	Média	-
Ribeira de São Lourenço	Média	Razoável
Ribeira do Biogal	Média	Medíocre
Rio Seco	Média	Medíocre
Ribeira de Bela-Mandil	Baixa	-
Ribeiro do Tronco	Elevada	-
Ribeira da Lagoa	Média	Bom
Rio Séqua	Média	Bom

## 6. Conclusões

Foram identificados 18 cursos de água como potenciais EDAS no Algarve, entre estes destacam-se a Ribeira de Bensafrim e de Vale Barão, o estuário do Rio Arade e a Ribeira de Quarteira e os seus afluentes.

Apesar da simplicidade e das limitações do método utilizado, os EDAS identificados vão ao encontro do conhecimento existente dos sistemas aquíferos do Algarve que já apontava para a existência de alguns dos EDAS identificados, confirmados pelos resultados obtidos.

No futuro deve de ser confirmada a existência dos EDAS usando métodos que dêem certeza da sua dependência, por exemplo através do uso de traçadores ou com recurso à análise de isótopos. Ao mesmo tempo devem de ser realizados estudos que quantificam as necessidades temporais e quantitativas dos ecossistemas.

Para obter resultados hidrogeológicos mais fiáveis é necessária a criação de uma rede de piezometria mais completa. Pois embora alguns dos sistemas aquíferos tenham um grande número de piezómetros a sua distribuição espacial nem sempre é a ideal, estando por vezes um elevado número de piezómetros concentrados na mesma área, enquanto existem áreas sem qualquer piezómetro. Por outro lado alguns dos aquíferos mais pequenos tem um número de piezómetros insuficiente.

A identificação dos EDAS por si só significa apenas que os ecossistemas fazem uso da água subterrânea à sua disposição. Porém é necessário avaliar os ecossistemas para perceber a sua importância (a nível ecológico e económico) e o seu nível de conservação, de modo a priorizar a sua gestão e conservação.

De modo a equilibrar a saúde dos ecossistemas com as necessidades sociais e económicas de água subterrânea é necessário primeiramente estabelecer a relação entre a saúde do ecossistema e a disponibilidade de água subterrânea.

A possível dependência da Ria Formosa (ou de algumas das suas comunidades) de água subterrânea carece de um estudo aprofundado. Devido à sua dimensão e importância ecológica e económica, é necessário conhecer a influência que a água subterrânea tem nas comunidades da Ria.

Apesar de alguns EDAS já se encontrarem em áreas protegidas, existem outros que não dispõem dessa salvaguarda. É por isso necessário realizar medidas que levem à sua protecção. Deve ser dada prioridade à protecção dos EDAS de reconhecida importância ecológica como a Ria Formosa, o Rio Arade e toda a bacia hidrográfica da Ribeira de Quarteira, dado que estes incluem uma grande maioria dos EDAS identificados.

Devem de ser feitas investigações sobre as comunidades que constituem os EDAS identificados, para auxiliar a priorizar a protecção dos EDAS. Assim ecossistemas com maior biodiversidade ou com espécies endémicas devem de ter prioridade no que diz respeito à sua conservação.

## 7. Referências

AFN, Autoridade Florestal Nacional, 2006. *Plano Regional de Ordenamento Florestal do Algarve, Base de Ordenamento*. Direcção Regional de Florestas do Algarve, Portugal, 339 pp..

Almeida, C., 1985. *Hidrogeologia do Algarve Central*. Dissertação para obtenção do grau de Doutor em Geologia, Departamento de Geologia da FCUL, Universidade de Lisboa, Portugal, 333 pp..

Almeida, C.; Mendonça, J.L.; Jesus, M.R. e Gomes, A.J., 2000. *Sistemas Aquíferos de Portugal Continental, Relatório*. Instituto da Água, Lisboa, Portugal, 661 pp..

Batelaan, O. e Witte, J.P.M., 2008. 'Ecohydrology and groundwater dependent terrestrial ecosystems', in *Proceedings of the 28th Annual Conference of the International Association of Hydrogeologists (Irish Group)*, 22-23 April 2008, Tullamore, Ireland, pp.. 01-08.

Bayari, S.; Ozyurt, N.N.; Hatipoglu, Z. e Kilani, S., 2006. 'Groundwater age: a vital information in protecting the groundwater dependent ecosystem', in *Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop on Groundwater and Ecosystems*, Springer, 5-7 September 2005, Canakkale, Turkey, pp. 33-46. [http://dx.doi.org/10.1007/1-4020-4738-X\\_3](http://dx.doi.org/10.1007/1-4020-4738-X_3)

Barron, O.; Silberstein, R.; Ali, R.; Donohue, R.; McFarlane, D.J.; Davies, P.; Hodgson, G.; Smart, N. e Donn, M., 2012. 'Climate change effects on water-dependent ecosystems in south-western Australia'. *Journal of Hydrology*, 434-435 (1), pp. 95-109. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.02.028>

Brodie, R.; Hostetler, S. e Slatter, E., 2007a. *Q-Lag: A new hydrographic approach to understanding stream-aquifer connectivity*. Commonwealth of Australia, Canberra, 70 pp..

Brodie, R.; Sundaram, B.; Tottenham, R.; Hostetler, S. e Ransley, T., 2007b. *An Adaptive Management Framework for Connected Groundwater-Surface Water Resources in Australia*. Bureau of Rural Sciences, Canberra, 179 pp..

Clifton, C.; Cossens, B. e McAuley, C., 2007. *A Framework for assessing the Environmental Water Requirements of Groundwater Dependent Ecosystems Report 1 Assessment Toolbox*. Resource & Environmental Management Pty Ltd, Kent Town, Australia, 65 pp..

Colvin, C.; Maitre, D.; Saayman, I. e Hughes, S., 2007. *An Introduction to Aquifer Dependent Ecosystems in South Africa*. Water Research Commission, Gezina, South Africa, 74 pp.. ISBN 978-1-77005-531-5

Cook, P. e Lamontagne, L., 2002. 'Assessing and protecting water requirements for groundwater dependent ecosystems', in *The Science of Environmental Water Requirements in South Australia - Seminar Proceedings*, The Hydrological Society of South Australia, 24 September 2002, Adelaide, South Australia, pp. 49-54.

Dresel, P.E.; Clark, R.; Cheng, X.; Reid, M.; Terry, A.; Fawcett, J. e Cochraine, D., 2010. *Mapping Terrestrial Groundwater Dependent Ecosystems: Method Development and*

*Example Output*. Victoria Department of Primary Industries, Melbourne, Australia, 66 pp.. ISBN 978-1-74264-323-6

Eamus, D., 2009. *Identifying groundwater dependent ecosystems A guide for land and water managers*. Land & Water Australia, Canberra, Australia, 15 pp.. ISBN 978-0-9806610-9-5

European Commission, 2009. *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive - Guidance Document No. 18 - Guidance on Groundwater Status and Trend Assessment*. European Communities, Luxembourg, 82 pp.. ISBN 978-92-79-11374-1

Fleckenstein, J.H.; Krause, S.; Hannah, D.M. e Boano, F., 2010. 'Groundwater-surface water interactions: New methods and models to improve understanding of processes and dynamics'. *Advances in Water Resources*, 33 (11), pp. 1291-1295. <http://dx.doi.org/10.1016/j.advwatres.2010.09.011>

Foster, S.; Koundouri, P.; Tuinhof, A.; Kemper, K.; Nanni, M. e Garduño, H., 2006. *Groundwater Dependent Ecosystems: the challenge of balanced assessment and adequate conservation*. World Bank, Washington D.C., USA, 8 pp..

Gomes, C. e Ferreira, R., 2005. *Flora e Vegetação do Barrocal Algarvio (Tavira - Portimão)*. Comissão de Coordenação de Desenvolvimento Regional do Algarve, Portugal, 354 pp.. ISBN 972-95734-9-2

Hai-liang, X.U.; Mao, Y.E. e Ji-mei, L.Y., 2007. 'Changes in groundwater levels and the response of natural vegetation to transfer of water to the lower reaches of the Tarim River'. *Journal of Environmental Sciences*, 19 (10), pp. 1199-1207. [http://dx.doi.org/10.1016/S1001-0742\(07\)60196-X](http://dx.doi.org/10.1016/S1001-0742(07)60196-X)

Hao, X.; Li, W.; Huang, X.; Zhu, C. e Ma, J., 2010. 'Assessment of the groundwater threshold of desert riparian forest vegetation along the middle and lower reaches of the Tarim River, China'. *Hydrological Processes*, 24 (1), pp. 178-186. <http://dx.doi.org/10.1002/hyp.7432>

Hatton, T. e Evans, R., 1998. *Dependence of Ecosystems on Groundwater and its Significance to Australia, Occasional Paper No 12/98*. Land and Water Resources Research and Development Corporation, Canberra, Australia, 77 pp.. ISBN 0-642-26725-1

Howard, J. e Merrifield, M., 2010. 'Mapping groundwater dependent ecosystems in California'. *PLoS ONE*, 5 (6): e11249, 14 pp.. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0011249>

Hugman, R., 2009. *Transient-State Calibration of a Ground-Water Flow Model and Simulation of Scenarios of Development for the Almádena-Odeáxere Aquifer System*. MSc. Thesis, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade do Algarve, Faro, Portugal, 59 pp..

Kilroy, G.; Dunne, F.; Ryan, J.; O'Connor, A.; Daly, D.; Craig, M.; Coxon, C.; Johnston, P. e Moe, H., 2008. *A Framework for the Assessment of Groundwater-Dependent Terrestrial Ecosystems under the Water Framework Directive*. Environmental Protection Agency, Wexford, Ireland, 50 pp.. ISBN 978-1-84095-005-2

Klijn, F. e Witte, J.M., 1999. 'Eco-hydrology: Groundwater flow and site factors in plant ecology'. *Hydrogeology Journal*, 7 (1), pp. 65-77. <http://dx.doi.org/10.1007/s100400050180>

Laio, F.; Tamea, S.; Ridolfi, L.; D'Odorico, P. e Rodriguez-Iturbe, I., 2009. 'Ecohydrology of groundwater-dependent ecosystems: 1. Stochastic water table dynamics'. *Water Resources Research*, 45 (W05419), 13 pp.. <http://dx.doi.org/10.1029/2008WR007292>

Lamontagne, S.; Cook, P.G.; O'Grady, A. e Eamus, D., 2005. 'Groundwater use by vegetation in a tropical savanna riparian zone (Daly River, Australia)'. *Journal of Hydrology*, 310 (1-4), pp. 280-293. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2005.01.009>

Macdonald, D.M.J.; Donald, A.W.; Waterman, A. e McConvey P.J., 2005. *EU Water Framework Directive: groundwater-dependent terrestrial ecosystems in Northern Ireland*. British Geological Survey Commissioned Report, Keyworth, Nottingham, 19 pp..

Martins, J., 2007. *Inverse Calibration of a Groundwater Flow Model for the Almádena-Odeáxere Aquifer System (Algarve – Portugal)*. MSc. Thesis, Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente, Universidade do Algarve, Faro, Portugal, 64 pp..

MAOT, Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, 2000. *Plano Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve, Volume III, Capítulo 1*. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Algarve, Instituto da Água, Portugal, 78 pp..

MAOT, Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, 2004. *Plano Regional de Ordenamento do Território – Algarve, Volume II, Anexo H*. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Algarve, Portugal, 83 pp..

MAOT, Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, 2006. *Plano Regional de Ordenamento do Território – Algarve, Volume II, Anexo D*. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Algarve, Portugal, 38 pp..

MAOT, Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, 2007. *Plano Regional de Ordenamento do Território – Algarve, Volume III, Mapa 03*. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Algarve, Portugal, 1 pp..

Monteiro, J.P.; Alcobia, S.; Martins, R.; Chambel, A.; Duque, J.; Agra, R.; Bettencourt, P. e Sarmento, P., 2011. 'Contributo Para a Identificação de Ecossistemas Dependentes de Água Subterrâneas nas Bacias Hidrográficas do Sado e Mira e do Guadiana em Portugal', em VII Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua "Ríos Ibéricos +10. Mirando al futuro tras 10 años de DMA", 16-19 Fevereiro 2011, Talavera de la Reina, Espanha, 6 pp..

Monteiro, J.P.; Oliveira, M.M. e Costa, J.P., 2007a. 'Impact of the Replacement of Groundwater by Dam Waters in the Albufeira-Ribeira de Quarteira and Quarteira Coastal Aquifers', em XXXV IAH Congress - *Groundwater and Ecosystems*, International Association of Hydrogeologists, 17-21 Setembro 2007, Lisbon, Portugal, 10 pp..

Monteiro, J.P.; Ribeiro, L.; Reis, E.; Martins, J. e Matos Silva, J., 2007b. 'Modelling Stream-Groundwater Interactions in the Querença-Silves Aquifer System', em XXXV IAH Congress -

*Groundwater and Ecosystems*, International Association of Hydrogeologists, 17-21 Setembro 2007, Lisbon, Portugal, 10 pp..

Monteiro, J.P.; Silva, J.M.; Guerreiro, P.; Martins, J. e Reis, E., 2007c. 'Modelação de Relações entre Águas Superficiais e Subterrâneas nos Aquíferos do Algarve Central', em *Seminário da Associação Portuguesa de Recursos Hídricos sobre Águas Subterrâneas*, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1-2 Março 2007, Lisboa, Portugal. 8 pp..

Münch, Z. e Conrad, J., 2007. 'Remote sensing and GIS based determination of groundwater dependent ecosystems in the Western Cape, South Africa'. *Hydrogeology Journal*, 15 (1), pp. 19-28. <http://dx.doi.org/10.1007/s10040-006-0125-1>

Reis, E., 2007. *Contribuição para o Cálculo do Balanço Hídrico dos Principais Sistemas Aquíferos do Algarve*. Ministério do Ambiente do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, Algarve, Portugal, 41 pp..

Salvador, N.S.; Cancela da Fonseca, L.; Machado, M. e Monteiro, J. P., 2011. 'Identificação de Lagoas Temporárias Mediterrânicas em Portugal. Uma Contribuição Para A Caracterização dos Ecossistemas Dependentes De Águas Subterrâneas na Península Ibérica', em VII Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua "Ríos Ibéricos +10. Mirando al futuro tras 10 años de DMA", 16-19 Fevereiro 2011, Talavera de la Reina, Espanha, 6 pp..

Salvador, N.; Monteiro, J.P.; Hugman, R.; Stigter, T.Y. e Reis, E., 2012a. 'Quantifying and modelling the contribution of streams that recharge the Querença-Silves aquifer in the south of Portugal'. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 12 (11), pp. 3217-3227. <http://dx.doi.org/10.5194/nhess-12-3217-2012>

Salvador, N.; Oliveira, M.M.; Reis, E.; Oliveira, L.; Lobo Ferreira, J.P. e Monteiro, J.P., 2012b. 'Contribuição Para a Quantificação das Relações Rio-Aquífero no Sistema Aquífero Querença-Silves', em 11º Congresso da Água, Associação Portuguesa de Recursos Hídricos, 6-8 Fevereiro 2011, Porto, Portugal, 15 pp..

Silva, A.C.F.; Tavares, P.; Shapouri, M.; Stigter, T.Y.; Monteiro, J.P.; Machado, M.; Cancela da Fonseca, L. e Ribeiro, L., 2012. 'Estuarine biodiversity as an indicator of groundwater discharge'. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 97 (1), pp. 38-43. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2011.11.006>

Sinclair Knight Merz, 2001. *Environmental Water Requirements to Maintain Groundwater Dependent Ecosystems, Environmental Flows Initiative Technical Report Number 2*. Environment Australia, Canberra, Australia, 122 pp.. ISBN 0642547696

Soares, A., 2006. *Geoestatística para as ciências da Terra e do Ambiente*. Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal, 232 pp.. ISBN 978-972-8469-46-7

Sophocleous, M., 2002. 'Interactions between groundwater and surface water: the state of the science'. *Hydrogeology Journal*, 10 (1), pp. 52-67. <http://dx.doi.org/10.1007/s10040-001-0170-8>

Spechler, R.M. e Schiffer, D.M., 1995. 'Springs in Florida: U.S. Geological Survey Fact Sheet'. U.S. Geological Survey, Tallahassee, Florida, 2 pp.. FS-151-95

Tweed, S.O.; Leblanc, M.; Webb, J.A. e Lubczynski, M.W., 2007. 'Remote sensing and GIS for mapping groundwater recharge and discharge areas in salinity prone catchments, southeastern Australia'. *Hydrogeology Journal* 15 (1), pp. 75-96.  
<http://dx.doi.org/10.1007/s10040-006-0129-x>

Winter, T.C.; Harvey, J.W.; Franke, O.L. e Alley, W.M., 1998. *Ground Water and Surface Water A Single Resource*. U.S. Geological Survey, Denver, Colorado, 79 pp.. ISBN 0-607-89339-7

# ANEXO I

## Campina de Faro

Estação	Número de Leituras	Valor Médio (Metros)	Data Inicial	Data Final	Longitude	Latitude
606/204	5	22,59	26-Out-82	24-Abr-84	210944	11958
606/352	13	17,39	21-Set-78	27-Set-82	215180	10980
606/354	6	23,84	26-Out-82	14-Mar-88	215160	11090
606/428	5	15,62	15-Out-82	24-Abr-84	214560	10380
606/473	16	27,49	04-Out-78	24-Abr-84	213120	10130
606/474	3	9,71	06-Dez-82	24-Abr-84	213730	10690
606/505	3	19,23	18-Abr-83	24-Abr-84	212310	11630
606/509	4	42,28	25-Nov-82	30-Abr-84	212570	12060
606/547	3	11,73	18-Abr-83	30-Abr-84	211380	11320
606/573	5	40,40	12-Out-82	27-Abr-84	207650	10150
606/614	4	36,50	26-Nov-82	27-Abr-84	207120	10760
606/617	4	6,56	06-Dez-82	26-Abr-84	206030	10940
606/619	5	35,33	27-Out-82	27-Abr-84	207100	11240
606/647	388	28,80	09-Mar-78	01-Jun-10	207250	11000
606/661	5	15,72	26-Out-82	26-Abr-84	210120	10550
606/674	1	1,00	27-Abr-84	27-Abr-84	209480	12190
606/702	22	27,65	10-Ago-78	20-Ago-80	208660	10960
606/807	5	17,29	12-Out-82	27-Abr-84	207830	12680
606/809	5	26,14	19-Out-82	27-Abr-84	207541	12380
606/1026	289	7,89	15-Nov-85	28-Mai-10	211317	10553
606/1033	208	20,01	19-Mai-87	11-Jun-10	215600	10570
606/1057	200	22,78	06-Jul-92	10-Mar-09	208180	12060
606/1118	1	3,63	01-Jun-10	01-Jun-10	205023	10524
606/1122	98	24,92	02-Abr-02	01-Jun-10	207690	10050
606/1461	15	32,94	26-Mar-09	28-Mai-10	212189	11666
607/3	41	11,26	19-Set-78	10-Mar-88	217550	10080
607/6	6	15,83	22-Out-82	10-Mar-88	217250	10750
607/17	18	10,46	20-Set-78	10-Mar-88	216200	10970
607/498	1	16,56	04-Abr-02	04-Abr-02	216680	10550
610/4	13	5,13	06-Out-78	11-Mar-88	214840	6360
610/6	352	11,18	28-Set-78	28-Mai-10	214580	6400
610/48	16	14,29	10-Out-78	11-Mar-88	215680	7400
610/82	15	15,19	18-Out-78	11-Mar-88	214700	9200
610/98	15	19,36	18-Out-78	14-Mar-88	215230	8760
610/118	15	8,74	26-Set-78	24-Abr-84	215700	9730
610/137	6	19,24	25-Out-82	11-Mar-88	214530	7810
610/144	6	3,27	25-Out-82	11-Mar-88	213750	7570
610/145	6	2,70	25-Out-82	11-Mar-88	213680	7980
610/148	6	2,02	25-Out-82	11-Mar-88	212750	9190

610/159	6	2,63	27-Out-82	14-Mar-88	211650	7620
610/164	5	8,29	27-Out-82	26-Abr-84	207300	8850
610/167	321	3,00	27-Out-82	28-Mai-10	211550	9930
610/168	5	34,21	26-Out-82	14-Mar-88	210471	8372
610/169	3	18,55	26-Out-82	14-Mar-88	209763	8670
610/170	1	16,00	26-Abr-84	26-Abr-84	209191	9493
610/171	5	32,97	26-Out-82	26-Abr-84	210100	9420
610/174	6	1,64	26-Out-82	14-Mar-88	208860	7950
610/175	6	25,90	26-Out-82	14-Mar-88	208404	8139
610/176	5	17,42	06-Dez-82	14-Mar-88	208080	9480
610/178	5	6,38	27-Out-82	26-Abr-84	206290	9280
610/179	103	4,53	26-Ago-82	01-Jun-10	211000	8600
610/180	102	1,63	22-Set-82	01-Jun-10	211030	8600
610/182	96	14,66	03-Abr-86	01-Ago-96	213950	8640
610/183	197	12,64	26-Abr-93	28-Mai-10	213980	8350
610/186	98	13,63	02-Abr-02	01-Jun-10	209189	9210
610/213	98	24,66	02-Abr-02	01-Jun-10	210102	7896
611/64	3	15,29	25-Jan-80	16-Mar-88	227240	8360
611/75	4	11,83	28-Mai-80	11-Mar-88	226350	8020
611/80	7	29,13	04-Nov-80	11-Mar-88	225580	8210
611/91	308	11,95	02-Jun-80	14-Jun-10	224850	7590
611/95	9	3,33	02-Jun-80	11-Mar-88	223930	7150
611/106	20	6,03	21-Set-78	03-Nov-89	216610	7040
611/115	563	3,84	10-Ago-78	01-Jun-10	216820	7820
611/129	9	28,50	30-Jun-80	11-Mar-88	222300	8350
611/135	8	6,22	02-Jul-80	11-Mar-88	221900	7070
611/151	28	11,51	15-Set-78	10-Mar-88	219300	9650
611/153	9	17,44	07-Jul-80	03-Nov-89	218070	9500
611/154	12	12,57	13-Set-78	03-Nov-89	218350	9030
611/157	8	2,44	09-Jul-80	11-Mar-88	221020	6400
611/167	9	11,42	19-Ago-80	11-Mar-88	224700	8030
611/179	9	5,92	17-Set-80	11-Mar-88	219340	6480
611/181	7	7,91	21-Out-82	03-Nov-89	219730	7620
611/185	40	10,54	11-Out-78	02-Nov-89	217510	7960
611/186	7	25,53	22-Out-82	02-Nov-89	217530	7210
611/194	41	5,52	18-Ago-78	11-Mar-88	216020	9130
611/197	7	9,09	21-Out-82	02-Nov-89	216300	8850
611/198	17	7,94	11-Out-78	02-Nov-89	216750	8500
611/199	56	11,89	13-Mai-50	18-Abr-84	218340	8980
611/200	364	7,14	21-Nov-77	28-Mai-10	218295	8265
611/209	268	10,44	10-Ago-78	28-Mai-10	216775	9620
611/211	18	5,39	10-Ago-78	02-Nov-89	218930	7375
611/213	29	18,47	15-Out-79	28-Jun-82	224230	7910
611/214	85	6,83	21-Set-78	02-Nov-88	216400	8050
611/215	37	7,97	11-Out-78	10-Mar-88	219050	8080
611/216	18	24,64	10-Out-78	10-Mar-88	220100	9000
611/217	345	14,35	15-Set-78	14-Jun-10	220750	7670

611/223	15	8,41	02-Fev-87	12-Set-88	227050	7600
611/230	277	9,67	03-Abr-87	01-Jun-10	216300	9300
611/233	232	11,93	05-Fev-91	01-Jun-10	217900	9800
611/234	239	14,75	23-Ago-90	01-Jun-10	217810	9980
611/235	22	23,76	03-Out-91	09-Jan-96	217740	7240
611/236	225	7,15	03-Out-91	01-Jun-10	217060	7740
611/237	225	7,36	03-Out-91	01-Jun-10	217060	7800

### São João da Venda - Quelfes

Estação	Número de Leituras	Valor Médio (Metros)	Data Inicial	Data Final	Longitude	Latitude
606/217	164	16,23	18-Abr-83	01-Jun-10	205150	12300
606/242	34	14,57	19-Mai-87	12-Mar-96	215800	11350
606/383	2	15,60	30-Abr-84	14-Mar-88	215150	12300
606/480	35	21,87	20-Mai-87	11-Set-95	213950	12400
606/497	2	29,37	25-Nov-82	08-Abr-02	213600	13150
606/515	4	40,95	25-Nov-82	30-Abr-84	212740	12500
606/698	4	12,30	25-Nov-82	27-Abr-84	209970	13250
606/811	5	41,66	12-Out-82	27-Abr-84	207530	14070
606/1035	34	30,06	19-Mai-87	12-Mar-96	214300	12900
606/1037	18	22,27	19-Mai-87	07-Dez-88	213450	12750
606/1039	39	32,98	19-Mai-87	06-Nov-90	212400	12500
606/1050	228	39,34	18-Mar-91	01-Jun-10	212400	12400
607/60	22	19,18	06-Set-78	10-Mar-88	217500	11490
607/66	2	12,80	18-Abr-84	10-Mar-88	218180	11360
607/73	1	23,80	18-Abr-84	18-Abr-84	218500	12440
607/74	98	16,17	05-Abr-02	28-Mai-10	218262	12357
607/93	273	29,61	15-Mai-87	28-Mai-10	219320	13500
607/99	1	26,20	18-Abr-84	18-Abr-84	219650	12770
607/113	38	12,61	10-Out-78	18-Abr-84	219080	11710
607/120	3	23,48	16-Set-78	23-Fev-79	219710	13930
607/122	1	21,00	18-Abr-84	18-Abr-84	218600	11750
607/129	20	13,58	21-Nov-78	22-Jul-81	218850	10430
607/142	5	26,08	22-Out-82	10-Mar-88	218950	10300
607/178	10	8,81	10-Out-78	09-Set-82	220250	12800
607/195	16	23,73	16-Out-78	23-Jul-80	221600	12900
607/240	2	42,82	16-Out-78	13-Nov-78	222200	14250
607/270	5	47,60	03-Nov-82	16-Abr-84	231900	10700
607/292	16	19,91	30-Abr-87	05-Jan-89	225400	11650
607/294	17	44,29	10-Ago-83	05-Dez-84	227950	13800
607/319	3	33,27	01-Fev-99	07-Abr-99	230650	11590
607/323	4	26,63	08-Nov-82	16-Abr-84	230950	10080
607/325	16	49,08	03-Nov-82	02-Ago-84	231566	10907
607/329	13	6,43	11-Set-78	15-Dez-79	231813	11977
607/440	38	19,71	17-Jul-85	05-Jan-89	224700	13150
607/446	7	12,41	04-Out-78	18-Abr-84	218760	10709

607/447	7	8,69	18-Set-78	30-Abr-84	218600	10730
607/448	6	15,77	10-Out-78	30-Abr-84	219030	12800
607/450	190	12,43	11-Set-78	02-Nov-95	230300	13750
607/476	280	31,25	09-Fev-87	28-Mai-10	224350	12560
607/480	1	15,00	12-Mar-96	12-Mar-96	229299	11357
607/483	112	28,36	02-Out-85	08-Mai-96	231200	10480
607/484	274	28,34	02-Out-85	11-Jun-10	230050	10750
607/485	263	19,42	23-Mai-88	11-Jun-10	229615	12400
607/493	293	18,87	02-Out-85	28-Mai-10	223150	10800
607/494	36	36,42	17-Jul-85	05-Jan-89	224100	12100
607/495	24	56,77	24-Mai-88	10-Jul-90	221150	10140
607/497	96	35,73	16-Mai-02	28-Mai-10	220380	11750
607/564	98	18,49	08-Abr-02	28-Mai-10	226756	11478
608/283	1	19,00	16-Abr-84	16-Abr-84	233800	11790
608/285	4	18,94	03-Nov-82	14-Nov-83	234050	12300
608/286	325	8,35	03-Nov-82	11-Jun-10	233900	12050
608/296	1	7,10	07-Abr-05	07-Abr-05	232250	13310
608/320	5	6,79	03-Nov-82	16-Abr-84	234600	11600
608/322	4	28,04	03-Nov-82	16-Abr-84	232500	10250
608/323	3	27,50	03-Nov-82	16-Abr-84	232780	10050
608/324	6	28,00	03-Nov-82	16-Mar-88	232300	10350
608/329	5	3,99	03-Nov-82	16-Abr-84	232500	11250
608/332	5	5,03	03-Nov-82	16-Abr-84	233120	11500
608/336	5	5,89	03-Nov-82	16-Abr-84	232360	11650
608/337	5	6,83	03-Nov-82	16-Abr-84	232680	11250
608/339	5	6,62	03-Nov-82	16-Abr-84	233560	11430
608/340	5	10,06	03-Nov-82	16-Abr-84	233450	11530
608/342	5	16,98	03-Nov-82	16-Abr-84	233250	11750
608/344	5	13,62	03-Nov-82	16-Abr-84	234160	11300
608/345	5	11,46	03-Nov-82	16-Abr-84	234120	11630
608/465	24	14,57	23-Mai-88	06-Mar-96	233850	12600
608/466	132	24,33	02-Out-85	03-Mar-99	235400	13400
608/472	238	24,02	03-Jul-90	11-Jun-10	235000	12880
611/1	7	13,90	27-Nov-79	14-Mar-88	231750	9150
611/4	9	3,67	21-Nov-79	14-Mar-88	231700	8940
611/5	6	20,13	22-Jan-80	08-Nov-83	229940	8760
611/6	9	12,61	21-Nov-79	14-Mar-88	231960	9020
611/8	6	16,49	25-Mai-80	14-Mar-88	231280	9500
611/9	6	22,54	25-Mai-80	16-Abr-84	231060	9700
611/11	7	10,28	23-Jan-80	14-Mar-88	231100	9470
611/12	7	18,26	30-Out-80	14-Mar-88	229850	8840
611/13	8	11,53	23-Nov-79	14-Mar-88	230450	9220
611/15	7	24,41	26-Nov-79	16-Abr-84	230270	8780
611/22	9	9,31	26-Nov-79	14-Mar-88	230800	9720
611/28	8	35,23	17-Dez-79	16-Mar-88	229640	9300
611/30	34	31,90	21-Jan-80	16-Mar-88	229800	9700
611/33	6	25,99	23-Out-80	16-Mar-88	229147	9321

611/35	4	12,87	17-Dez-79	16-Mar-88	229350	9840
611/49	6	40,75	20-Mai-80	17-Abr-84	228550	9700
611/51	6	12,75	10-Jan-80	16-Mar-88	228050	9640
611/70	3	24,63	27-Mai-80	16-Mar-88	226830	9280
611/72	2	25,20	27-Mai-80	16-Mar-88	226370	9400
612/1	7	6,53	24-Mai-82	17-Mar-88	232100	9200
612/2	20	15,48	24-Mai-82	17-Mar-88	232080	9350
612/5	7	25,53	24-Mai-82	17-Mar-88	232150	9500
612/6	1	15,00	17-Mar-88	17-Mar-88	232600	9300
612/7	6	18,39	21-Mai-82	16-Abr-84	233530	9650

### Querença - Silves

Estação	Número de Leituras	Valor Médio (Metros)	Data Inicial	Data Final	Longitude	Latitude
587/20	25	38,08	13-Fev-85	13-Mar-96	186800	30700
588/1	42	2,58	09-Mar-78	26-Nov-81	206900	30120
588/2	45	4,70	09-Mar-78	30-Mar-82	207189	30040
595/55	52	41,98	05-Mar-82	04-Mar-96	180070	25460
595/76	55	37,72	02-Mar-82	13-Mar-96	181270	25660
595/80	160	43,09	02-Mar-82	02-Mai-96	183740	26440
595/96	1	62,20	16-Out-07	16-Out-07	179254	22254
595/121	60	39,04	05-Mar-82	08-Set-98	174930	24570
595/160	143	27,60	31-Mar-82	04-Out-94	177560	26330
595/211	9	62,01	10-Mai-83	11-Jan-84	173550	23050
595/212	407	35,80	04-Jul-83	31-Mai-10	182000	25550
595/214	38	53,47	13-Mar-84	05-Mai-87	172550	24000
595/215	399	59,35	06-Nov-84	31-Mai-10	172750	23750
595/216	17	1,97	06-Nov-84	02-Abr-86	168341	21868
595/246	37	45,27	17-Ago-85	03-Ago-88	176870	25040
595/262	1	75,51	13-Ago-08	13-Ago-08	168660	21784
595/277	15	54,66	05-Mai-87	02-Jul-88	179650	23630
595/278	12	72,31	05-Mai-87	08-Abr-88	183620	28800
595/280	10	73,21	05-Mai-87	20-Jan-88	182550	28900
595/302	1	67,06	27-Abr-06	27-Abr-06	178800	22860
595/306	50	60,26	09-Fev-98	04-Mar-02	179232	24621
595/307	1	85,95	27-Abr-06	27-Abr-06	177760	24307
595/308	160	42,13	03-Jan-95	31-Mai-10	177700	26200
595/309	184	31,75	26-Jun-03	31-Mai-10	171150	22656
595/1016	87	70,67	15-Mai-03	31-Mai-10	181902	23989
595/1024	90	58,87	15-Mai-03	31-Mai-10	181730	27080
595/1025	89	63,46	09-Jun-03	31-Mai-10	180310	26740
595/1028	89	83,12	15-Mai-03	31-Mai-10	178125	25560
595/1033	174	88,83	30-Jan-03	31-Mai-10	175360	23750
595/1053	1	62,85	27-Abr-06	27-Abr-06	178800	23170
595/1055	1	90,49	27-Abr-06	27-Abr-06	178153	24376
595/1056	62	86,28	11-Jul-05	31-Mai-10	178240	24100

595/1057	1	85,72	27-Abr-06	27-Abr-06	177890	24330
595/1058	1	92,09	27-Abr-06	27-Abr-06	178320	24450
596/2	24	18,86	14-Nov-78	23-Mar-81	194790	23650
596/19	376	27,26	01-Out-80	08-Jun-10	197104	24397
596/24	169	31,52	05-Mar-82	08-Jun-10	195704	26626
596/27	65	41,40	09-Jul-85	10-Abr-96	193880	26190
596/35	225	55,74	05-Mar-82	08-Jun-10	197550	26480
596/38	15	78,85	13-Out-83	08-Nov-85	194740	27800
596/44	17	72,63	05-Mar-82	12-Set-83	194650	27520
596/51	354	39,26	05-Mar-82	08-Jun-10	192990	24500
596/59	376	56,46	13-Out-78	31-Mai-10	186570	29100
596/86	2	64,13	05-Mar-82	31-Mar-82	185180	28240
596/93	4	53,25	05-Mar-82	05-Ago-82	186350	27220
596/122	83	53,88	05-Mar-82	04-Mar-02	188360	25508
596/214	20	19,20	13-Out-78	28-Out-80	184900	22490
596/243	165	55,94	02-Set-96	02-Jun-10	192170	29700
596/259	383	62,08	12-Nov-84	31-Mai-10	192100	25250
596/262	346	71,07	04-Jan-88	31-Mai-10	184300	29700
596/269	1	60,97	19-Jul-04	19-Jul-04	194886	23014
596/272	37	31,30	05-Abr-93	10-Mai-96	194800	24500
596/273	38	47,07	05-Abr-93	10-Mai-96	194568	24842
596/274	21	2,82	06-Mai-93	12-Mar-96	194588	25136
596/275	38	32,30	05-Abr-93	10-Mai-96	194815	25503
596/276	38	42,10	05-Abr-93	10-Mai-96	195350	25360
596/277	37	45,58	05-Abr-93	10-Mai-96	195262	25728
596/278	36	20,20	05-Abr-93	10-Mai-96	194960	25557
596/279	32	32,55	09-Ago-93	10-Mai-96	193623	26335
596/284	39	48,47	02-Mar-93	10-Mai-96	193740	25100
596/302	38	45,24	05-Jan-93	10-Mai-96	195300	26200
596/322	35	39,76	04-Jun-93	10-Mai-96	195105	25451
596/399	117	47,49	10-Abr-02	31-Mai-10	190100	25320
596/899	13	22,24	29-Fev-08	02-Mar-09	195744	26623
597/80	159	11,58	13-Jul-83	07-Jun-10	204050	24450
597/81	206	62,45	13-Jul-83	07-Jun-10	200150	27450
597/82	6	43,99	11-Ago-83	04-Jan-84	205350	28400
597/83	151	8,47	11-Ago-83	01-Set-97	201200	29900
597/87	129	13,16	06-Dez-83	02-Set-94	208170	24548
597/88	5	39,90	09-Fev-84	12-Jun-84	205200	28300
597/95	27	60,52	26-Ago-85	25-Nov-87	202500	28400
597/96	367	59,28	12-Nov-84	31-Mai-10	202450	28350
597/108	35	127,66	01-Jul-85	08-Jun-88	200769	26887
597/111	265	23,63	03-Fev-87	07-Jun-10	207560	28120
597/121	166	38,80	01-Ago-96	07-Jun-10	203800	22700
597/138	35	126,79	01-Jul-85	04-Ago-88	204300	25020
597/364	165	17,52	13-Set-96	11-Jun-10	207900	25450
597/365	165	17,86	13-Set-96	07-Jun-10	201100	29800

### Mexilhoeira Grande - Portimão

Estação	Número de Leituras	Valor Médio (Metros)	Data Inicial	Data Final	Longitude	Latitude
594/28	15	46,25	12-Jan-84	7-Nov-85	159600	25500
594/34	131	40,92	02-Jun-99	9-Jun-10	159497	26186
594/47	168	20,17	07-Jul-96	9-Jun-10	158158	22333
594/56	105	54,05	03-Abr-02	2-Jun-10	161730	23220
594/64	1	46,48	05-Abr-05	5-Abr-05	161280	21120
594/71	2	24,14	05-Nov-09	12-Nov-09	161660	20670
594/95	330	39,81	09-Ago-83	9-Jun-10	157358	22434
594/102	188	53,36	19-Out-94	2-Jun-10	161724	24238
594/150	210	27,53	12-Mar-84	7-Jan-02	162600	22150
594/159	186	67,64	17-Out-94	9-Jun-10	156280	23542
594/163	15	27,15	14-Nov-94	1-Mar-96	159778	25159
594/164	1	0,00	01-Out-96	1-Out-96	158400	22450
594/462	9	12,25	24-Set-09	12-Nov-09	164331	20801
594/463	9	6,63	24-Set-09	12-Nov-09	164263	20734
594/464	9	4,30	24-Set-09	12-Nov-09	163948	20569
594/466	9	11,64	24-Set-09	12-Nov-09	163617	20752
594/467	1	5,87	29-Set-09	29-Set-09	163812	20662
594/468	1	5,81	29-Set-09	29-Set-09	163879	20636
594/469	8	6,23	29-Set-09	12-Nov-09	163891	20683
594/470	8	11,65	29-Set-09	12-Nov-09	161064	20887
594/471	8	12,96	29-Set-09	12-Nov-09	161132	20973
594/472	8	29,96	29-Set-09	12-Nov-09	161298	20572
594/473	1	14,85	30-Out-09	30-Out-09	161297	21430
594/475	1	41,57	30-Out-09	30-Out-09	162445	21586
594/476	1	26,76	30-Out-09	30-Out-09	162530	21617
594/477	1	33,90	30-Out-09	30-Out-09	162256	21847
594/478	1	35,83	30-Out-09	30-Out-09	162160	21871
594/479	1	43,68	30-Out-09	30-Out-09	161796	21785
594/486	1	10,48	05-Nov-09	5-Nov-09	160542	20103
594/487	1	13,30	12-Nov-09	12-Nov-09	164350	20787
603/19	119	26,61	09-Ago-83	8-Set-93	160090	18230
603/26	31	36,21	12-Nov-09	8-Jul-10	161110	17650
603/121	104	13,55	03-Abr-02	7-Jun-10	160330	19930
603/142	8	20,75	29-Set-09	12-Nov-09	160700	19461

### Quarteira

Estação	Número de Leituras	Valor Médio (Metros)	Data Inicial	Data Final	Longitude	Latitude
597/79	6	32,40	13-Jul-83	04-Jan-84	200950	21100
605/107	173	18,52	13-Abr-93	11-Jun-10	197000	16680
605/112	39	19,00	14-Out-83	06-Jun-90	198830	16850
605/281	47	24,57	09-Mar-78	09-Mai-83	199785	16982
605/282	54	23,27	09-Mar-78	09-Mai-83	199851	16970

605/303	272	26,77	06-Mar-87	11-Jun-10	199800	17200
605/308	18	34,39	02-Abr-87	05-Jan-89	199170	17856
605/350	7	1,05	01-Mai-09	01-Nov-09	198810	14544
605/351	7	1,05	01-Mai-09	01-Nov-09	198800	14544
605/352	7	7,28	01-Mai-09	01-Nov-09	199189	14642
605/353	7	6,90	01-Mai-09	01-Nov-09	199192	14640
606/58	5	24,24	13-Out-82	27-Abr-84	202576	16054
606/102	45	54,15	11-Fev-80	13-Nov-84	202640	18560
606/104	122	28,70	24-Abr-87	11-Mar-99	202650	18700
606/106	3	24,92	13-Out-82	13-Abr-83	203167	12462
606/110	79	30,24	15-Jun-78	12-Fev-86	205590	15940
606/190	23	15,87	15-Set-78	10-Mar-83	204520	13650
606/191	70	26,83	15-Jun-78	11-Out-84	205608	14146
606/846	5	2,37	13-Out-82	27-Abr-84	204303	11303
606/971	165	9,24	05-Set-96	11-Jun-10	201274	15897
606/976	3	10,80	12-Out-82	13-Abr-83	201276	15780
606/978	5	42,35	13-Out-82	27-Abr-84	204250	14300
606/979	321	34,44	12-Ago-83	11-Jun-10	200950	18550
606/980	25	29,95	12-Ago-83	05-Set-94	207900	17950
606/1043	293	37,99	16-Jul-85	07-Jun-10	206700	15450
606/1044	273	31,35	19-Mai-87	07-Jun-10	207200	17005
606/1045	258	36,66	18-Jul-85	11-Jun-10	208400	18650
606/1046	46	21,83	15-Jul-85	07-Ago-89	205900	19150
606/1047	41	39,41	16-Jun-85	06-Mar-89	205300	15200
606/1049	249	27,06	07-Fev-64	07-Jun-10	205850	19200
606/1058	38	21,79	06-Jul-92	03-Mai-96	205400	13280
606/1101	98	10,74	20-Set-01	01-Jun-10	204150	12950

### Almancil - Medronhal

Estação	Número de Leituras	Valor Médio (Metros)	Data Inicial	Data Final	Longitude	Latitude
606/137	37	36,28	09-Mar-78	22-Mai-81	209497	14014
606/319	381	24,68	21-Abr-78	28-Mai-10	213530	13920
606/412	122	54,78	22-Mai-78	06-Out-95	215120	13970
606/765	4	55,43	25-Nov-82	30-Abr-84	210000	14930
606/977	5	47,04	13-Out-82	27-Abr-84	208050	15050
606/985	173	60,14	02-Jan-96	28-Mai-10	215550	13650
606/1034	5	30,71	07-Mar-94	12-Mar-96	213800	14950
606/1036	29	31,50	19-Mai-87	13-Set-93	214700	13250
606/1038	109	50,16	19-Mai-87	10-Mar-98	214750	14550
606/1041	53	34,08	19-Mai-87	08-Mai-92	212300	14800
606/1042	292	55,54	16-Jul-85	01-Jun-10	209700	14550
607/25	171	23,75	19-Mai-87	09-Jan-02	216129	12320
607/41	287	30,88	11-Ago-83	28-Mai-10	217030	14180
607/50	5	14,94	18-Ago-78	25-Set-79	217150	12630
607/57	4	38,19	22-Out-82	30-Abr-84	216450	12080

607/86	3	39,60	22-Out-82	18-Abr-84	218350	12800
607/449	22	13,80	18-Ago-78	30-Abr-84	218350	12600

### Almádena - Odiáxere

Estação	Número de Leituras	Valor Médio (Metros)	Data Inicial	Data Final	Longitude	Latitude
593/4	64	34,74	01-Ago-96	04-Jan-02	151950	20350
593/5	166	34,92	01-Ago-96	07-Jun-10	149124	22007
594/400	98	41,92	02-Abr-02	07-Jun-10	152363	20447
602/8	16	3,26	17-Nov-80	31-Ago-82	149822	18325
602/29	7	72,24	01-Ago-96	03-Fev-97	146850	19750
602/32	53	2,95	09-Mar-78	01-Ago-84	142667	14251
602/36	206	4,54	09-Mar-78	04-Nov-96	142557	14267
602/43	158	18,48	02-Mai-97	07-Jun-10	144316	14536
602/76	318	5,65	09-Ago-83	07-Jun-10	149254	19254
602/159	2	67,85	01-Jul-03	01-Ago-03	143600	18300
602/178	156	48,83	03-Fev-97	09-Jun-10	145545	19397
602/187	166	25,94	01-Ago-96	09-Jun-10	150322	19184
602/242	165	41,49	01-Ago-96	07-Jun-10	147106	16974
602/311	216	52,78	26-Abr-93	07-Jun-10	143977	17113
602/424	16	1,58	05-Mar-09	07-Jun-10	150204	18077
603/38	46	20,53	09-Ago-83	08-Mar-99	152350	19020

### Ferragudo - Albufeira

Estação	Número de Leituras	Valor Médio (Metros)	Data Inicial	Data Final	Longitude	Latitude
603/41	106	15,81	16-Set-83	05-Abr-05	167100	16000
603/73	30	32,36	02-Mai-81	02-Jun-10	166650	16650
604/23	150	9,88	09-Ago-83	10-Mai-96	181370	16770
604/63	165	19,04	13-Set-96	02-Jun-10	176250	19450
604/70	24	70,92	29-Mai-85	01-Set-97	176720	16500
604/74	18	62,50	09-Ago-83	15-Nov-87	175750	17800
604/85	309	67,83	09-Ago-83	04-Jun-09	174850	15000
604/106	154	6,48	09-Ago-83	10-Mai-96	170350	15000
604/118	153	22,79	09-Ago-83	10-Mai-96	168430	19650
604/125	20	3,09	07-Nov-85	04-Mar-96	172920	18320
604/127	11	55,08	09-Mai-24	04-Jun-84	182550	18650
604/128	13	23,28	12-Fev-87	08-Ago-89	170306	16320
604/322	98	41,55	02-Abr-02	02-Jun-10	169303	18120
605/39	43	10,39	14-Out-83	09-Mar-99	184580	16270
605/268	329	16,74	09-Ago-83	11-Jun-10	185290	13570

### Albufeira - Ribeira de Quarteira

Estação	Número de Leituras	Valor Médio (Metros)	Data Inicial	Data Final	Longitude	Latitude
605/78	147	41,69	9-Fev-98	11-Jun-10	195700	15850
605/84	44	0,77	9-Fev-98	5-Dez-01	188140	19420
605/134	20	14,15	14-Out-83	3-Mar-88	197290	15810
605/200	206	37,95	13-Abr-93	11-Jun-10	195600	14350
605/212	220	42,53	14-Out-83	7-Mar-08	193071	14558
605/304	4	72,13	9-Mar-87	6-Jun-87	192313	17647
605/324	206	52,75	13-Abr-93	11-Jun-10	194350	17460
605/343	35	23,27	2-Nov-98	5-Dez-01	192340	19212
605/345	19	25,76	4-Abr-02	5-Nov-03	196046	14529
605/346	98	2,05	1-Abr-02	11-Jun-10	193363	19865
605/347	3	79,57	1-Abr-02	7-Jun-02	194504	18770
605/431	27	38,56	11-Abr-08	11-Jun-10	193094	14915

### Luz de Tavira

Estação	Número de Leituras	Valor Médio (Metros)	Data Inicial	Data Final	Longitude	Latitude
608/29	370	17,40	10-Mar-78	04-Jun-10	240886	17515
608/76	65	14,36	10-Mar-78	09-Jan-85	240530	15420
608/134	40	10,97	10-Mar-78	08-Out-99	237620	15340
608/143	328	13,28	10-Ago-83	11-Jun-10	237000	15420
608/454	222	19,85	17-Jul-85	11-Jun-10	234150	15850
608/462	112	17,95	09-Fev-87	03-Mar-99	237480	15600
608/470	238	28,77	03-Jul-90	04-Jun-10	237570	14460
608/471	237	9,74	03-Jul-90	04-Jun-10	237650	14450
608/473	238	25,84	04-Jul-90	04-Jun-10	240140	14870
608/488	2	14,92	03-Set-96	02-Out-96	239400	17300

### Peral - Moncarapacho

Estação	Número de Leituras	Valor Médio (Metros)	Data Inicial	Data Final	Longitude	Latitude
607/378	282	29,77	21-Out-86	11-Jun-10	230200	19600
607/451	253	9,47	10-Ago-83	11-Jun-10	229650	16550
607/486	277	14,26	18-Jul-85	11-Jun-10	231650	15280
607/487	37	32,20	18-Out-86	11-Mar-96	229700	15100
607/488	272	23,62	18-Out-86	11-Jun-10	228600	15950
607/489	121	15,88	21-Out-86	08-Jun-99	228400	17700
607/490	37	10,88	21-Out-86	11-Set-95	228650	17970
607/491	99	13,15	21-Out-86	06-Mar-98	227350	19500
607/492	138	22,31	21-Out-86	11-Jun-10	226850	18450
608/467	277	21,51	17-Jul-85	07-Abr-09	233050	16810

### Chão de Cevada - Quinta de João de Ourem

Estação	Número de Leituras	Valor Médio (Metros)	Data Inicial	Data Final	Longitude	Latitude
607/166	2	19,82	18-Abr-84	10-Mar-88	219440	10140
611/73	26	19,32	11-Set-78	28-Jun-82	226062	8937
611/94	385	23,96	11-Set-78	14-Jun-10	224865	8776
611/120	7	46,44	19-Jun-80	17-Abr-84	223370	9260
611/140	8	61,44	1-Jul-80	10-Mar-88	220490	9992
611/144	7	26,24	3-Jul-80	17-Mar-88	221850	8700
611/231	265	36,48	24-Mai-88	14-Jun-10	223800	9350
611/232	1	25,00	10-Fev-03	10-Fev-03	220386	9404
611/238	69	38,65	18-Mar-91	2-Mar-99	221810	9400
611/239	46	61,85	18-Mar-91	7-Dez-94	220750	10000

### São Brás de Alportel

Estação	Número de Leituras	Valor Médio (Metros)	Data Inicial	Data Final	Longitude	Latitude
597/36	1	42,50	05-Ago-04	05-Ago-04	210960	20450
597/363	16	31,89	13-Set-96	05-Dez-97	211700	22400
597/367	97	31,32	24-Mai-02	11-Jun-10	211670	22190
598/1	153	8,30	14-Jul-83	05-Ago-96	219980	22800
598/2	11	12,27	12-Set-83	10-Jul-84	224100	21010
598/73	3	16,32	03-Set-96	06-Nov-96	223150	21720
598/114	165	11,25	03-Set-96	14-Jun-10	219050	20800
598/155	165	8,52	03-Set-96	14-Jun-10	219850	22700

### Malhão

Estação	Número de Leituras	Valor Médio (Metros)	Data Inicial	Data Final	Longitude	Latitude
608/365	192	53,80	10-Ago-83	02-Set-99	238650	18800
608/367	98	44,03	01-Abr-02	04-Jun-10	238654	18871
608/375	313	40,54	02-Abr-84	04-Jun-10	238750	19650
608/378	5	57,97	01-Fev-85	02-Mar-00	236550	18600
608/433	60	18,45	03-Set-96	11-Mar-02	235780	18420
608/437	15	15,73	01-Abr-02	03-Nov-03	236570	18350

### Covões

Estação	Número de Leituras	Valor Médio (Metros)	Data Inicial	Data Final	Longitude	Latitude
601/1	15	63,75	09-Ago-83	04-Jan-85	128830	10500
601/3	14	70,40	04-Mar-87	13-Jun-88	128900	10450
601/4	231	34,11	04-Mar-87	03-Jan-08	128877	10628
609/2	3	36,25	29-Mai-85	12-Mai-86	129930	8410
609/7	322	49,45	06-Jun-83	07-Jun-10	128080	9250