DESCARGAS DO SISTEMA AQUÍFERO ALBUFEIRA-RIBEIRA DE QUARTEIRA EM MEIO MARINHO MÉTODOS E CARTOGRAFIA

Judite FERNANDES1, Gabriela CARRARA2, Pedro TERRINHA3, Fátima SOUSA4, Francisco LEITÃO5, Marisa LOUREIRO3, Cristina ROQUE3, João NOIVA3, Dmitri BOUTOV4, Pedro RANGE5, Amélia DILL5, Costa ALMEIDA1

[1] *LNEG, Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I.P.*
[2] *Geophi, Bologna - Italy,*
[3] *IPMA, Instituto Português do Mar e da Atmosfera, I.P.*
[4] *Centro de Oceanografia, Universidade de Lisboa*
[5] *Universidade do Algarve*

judite.fernandes@lneg.pt

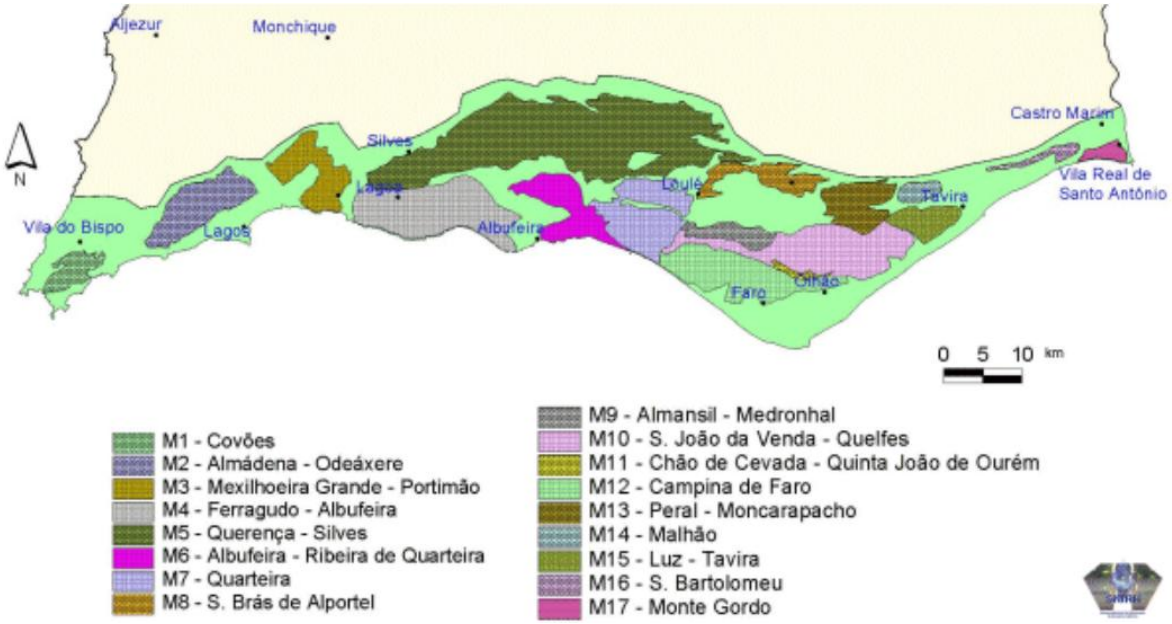
10º Seminário de Águas Subterrâneas
9 e 10 de Abril de 2015

1. INTRODUÇÃO

Introdução

O objectivo principal consistiu em cartografar as descargas do Sistema Aquífero Albufeira – Ribeira de Quarteira (ARQ) na plataforma continental.

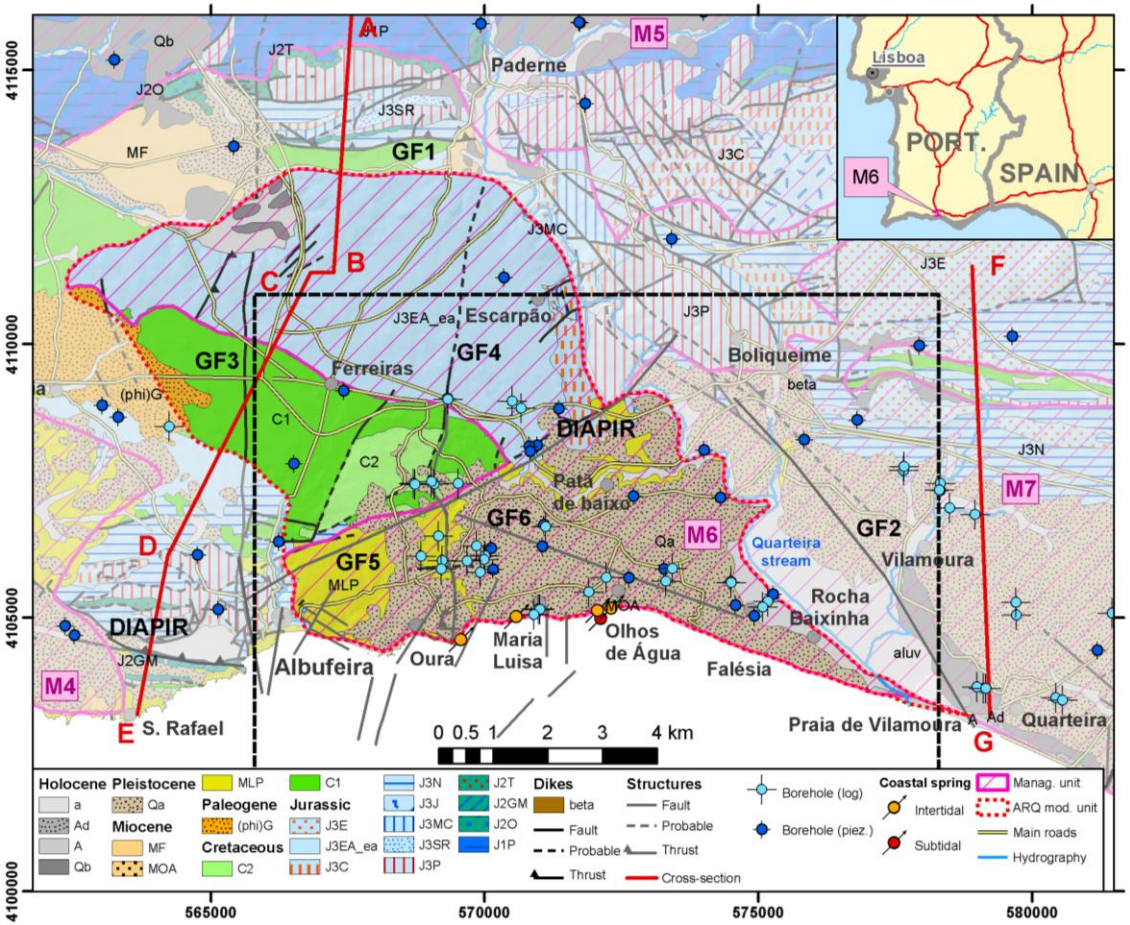
Os trabalhos de investigação foram realizados no âmbito do Projecto de I&D "FREEZE – Submarine FREshwater dischargEs: characteriZation and Evaluation study on their impact on the Algarve coastal ecosystem" (PTDC/MAR/102030/2008).



Retirado de Almeida et al. (2000) Sistemas Aquíferos de Portugal Continental

2. ENQUADRAMENTO TEMÁTICO

Enquadramento



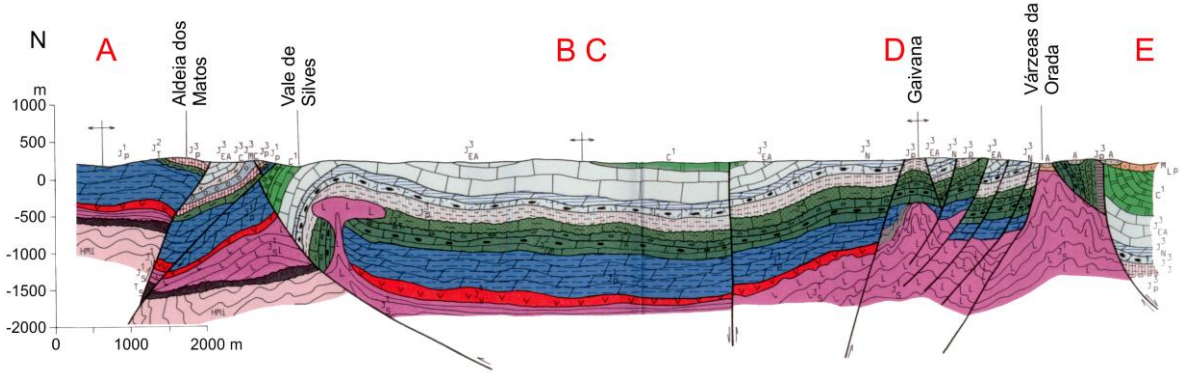
O ARQ situa-se imediatamente a sul do Sistema Aquífero Querença-Silves, entre a falha e diapiro de Albufeira a oeste e a falha e ribeira de Quarteira a leste (Almeida et al. 2000).

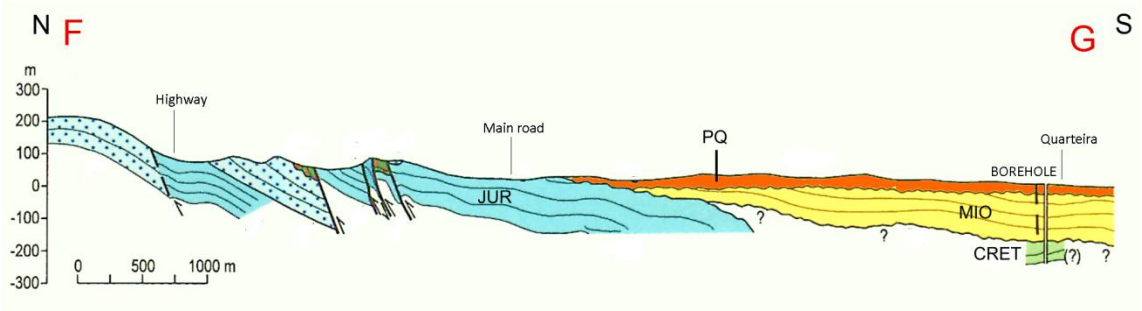
É um sistema aquífero costeiro cujo limite a sul se situa na plataforma continental.

Geological map of the study area adapted from Manuppella (1992). The dark grey structural map is from Terrinha et al. (2014).
Aquifer management units (Almeida et al., 2000): M4 - Ferragudo - Albufeira; M5 - Querença - Silves; M6 - Albufeira - Ribeira de Quarteira; M7 - Quarteira.
Geological faults: GF1 - Sagres-Algoz-Vila Real de Santo António flexure; GF2 - Quarteira fault; GF3 Albufeira fault; GF4 - Oura fault; GF5 - Mosqueira fault; GF6 - Olhos de Água fault. Coordinates system : UTM N29, WGS 84.

Retirado de Francés et al. (2015)

Enquadramento





Geological cross-sections. Top: Manuppella (1992); bottom: Manuppella et al. (2007).

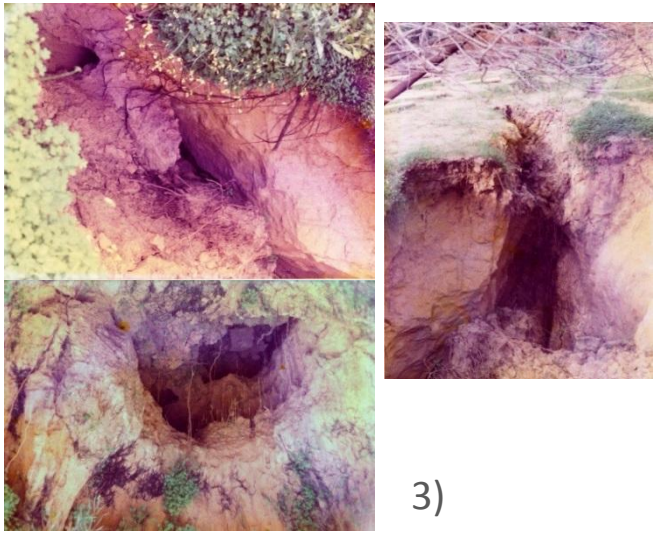
É suportado por um aquífero cársico que se desenvolve nos calcários, calcários dolomíticos e dolomitos, do Jurássico, que afloram no planalto do Escarpão, topograficamente mais elevado, a que se segue para sul, na direcção da linha de costa, um aquífero misto, cársico e poroso, nos biocalcarenitos, arenitos e calcários areníticos da Formação de Lagos-Portimão, do Miocénico.

Carsificação

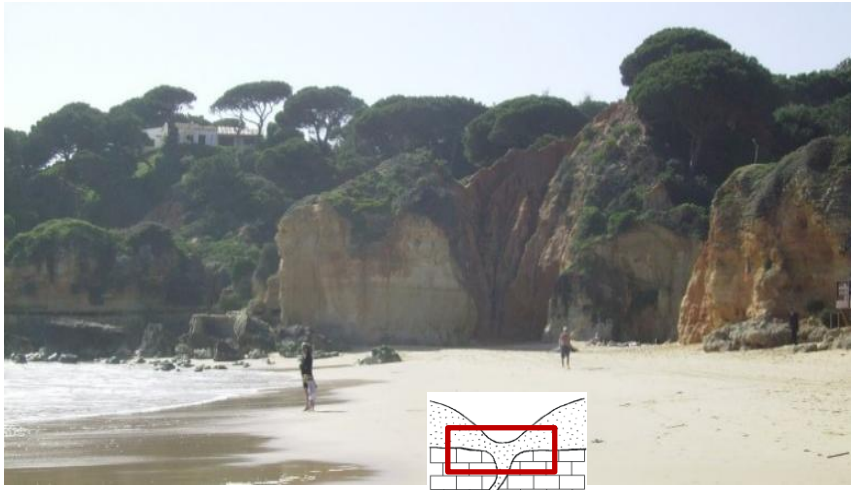
As bancadas de calcário do Miocénico estão muito carsificadas, sendo visível ao longo das praias, na frente de descarga do sistema aquífero, a intersecção de condutas, dolinas de subsidência e de colapso e grutas. A intensa carsificação foi identificada nos trabalhos de Dias e Cabral (1998), Terrinha (1998) e Terrinha et al. (2003, 2013).

1)

2)



3)



4)

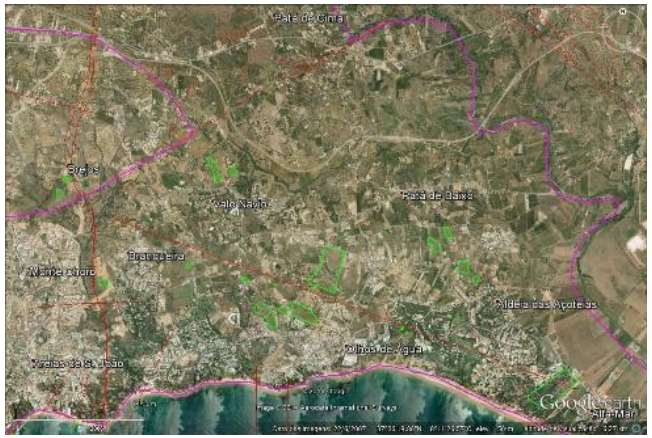
1) Condutas de circulação subterrânea visíveis nos calcários areníticos do Miocénico (base da sequência), segue-se para o topo, arenitos finos carbonatados amarelos do Miocénico e arenitos argilosos vermelhos do Plio-quaternário; 2) Dissolução ao longo de planos de estratificação e diaclases no Miocénico; 3) Fotos de abatimento cársico junto aos furos de abastecimento público JK da Branqueira, cedidas pelo Professor Costa Almeida; 4) Dolina de subsidência no Miocénico preenchida pelos arenitos argilosos vermelhos do Plio-quaternário, observável na praia dos Olhos de Água a W.

Carsificação

A circulação subterrânea no Miocénico contribui para uma carsificação muito activa, sendo possível identificar áreas na zona de afloramento do Plio-quaternário com inúmeras e pequenas dolinas de subsidência, devido ao preenchimento progressivo pelos arenitos argilosos do Plio-quaternário de condutas do Miocénico que vão sendo sucessivamente alargadas, reflectindo-se na superfície topográfica em campos com pequenas depressões.

a)

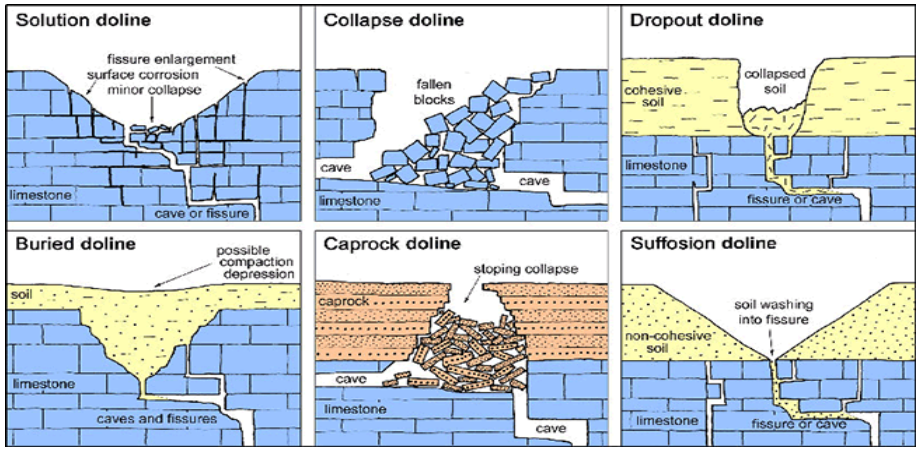
b)



c)

Dolinas de subsidência:

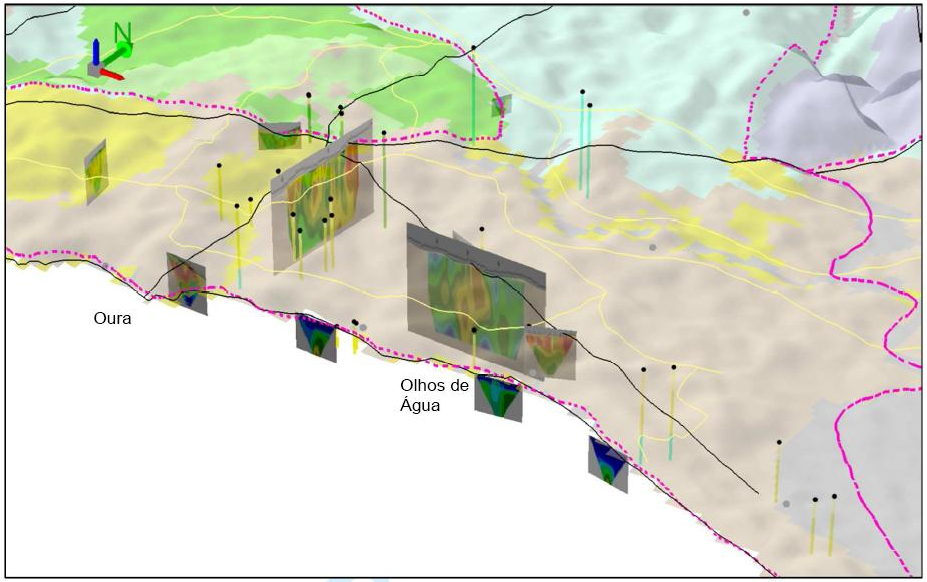
a) observação de campo, b) em imagem de satélite e c) à escala do sistema aquífero (linha rosa), campos de dolinas delimitados a verde. Imagem do *Google Earth* de 2006.

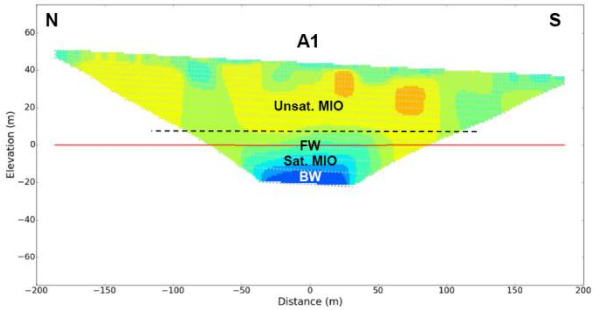


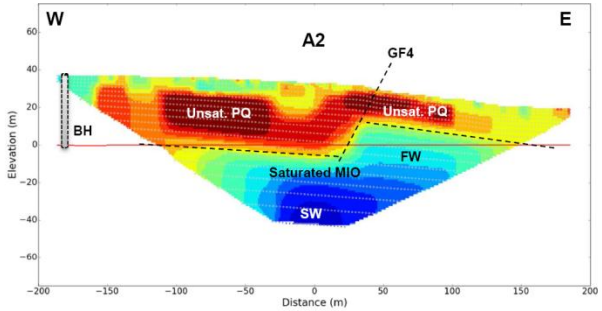
Extract from the BGS Engineering Geology (Superficial) map of the UK, 2011.

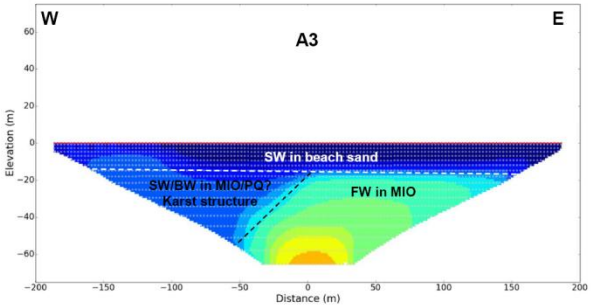
Carsificação

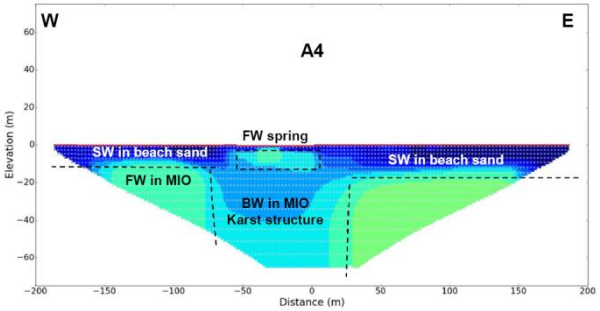
Francés et al. (2015) identifica formas cársicas em perfis de tomografia de resistividade eléctrica ao longo da linha de costa (transecto A) e em profundidade.

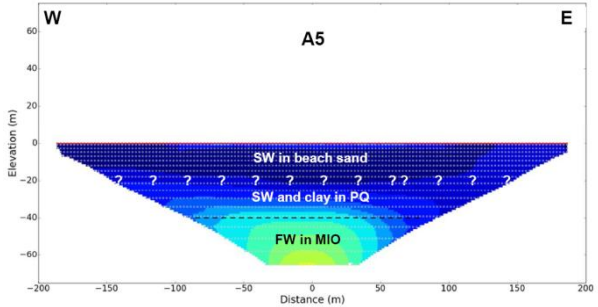


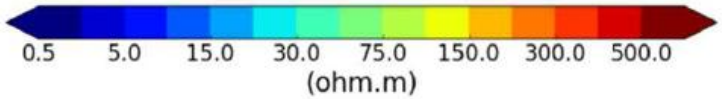






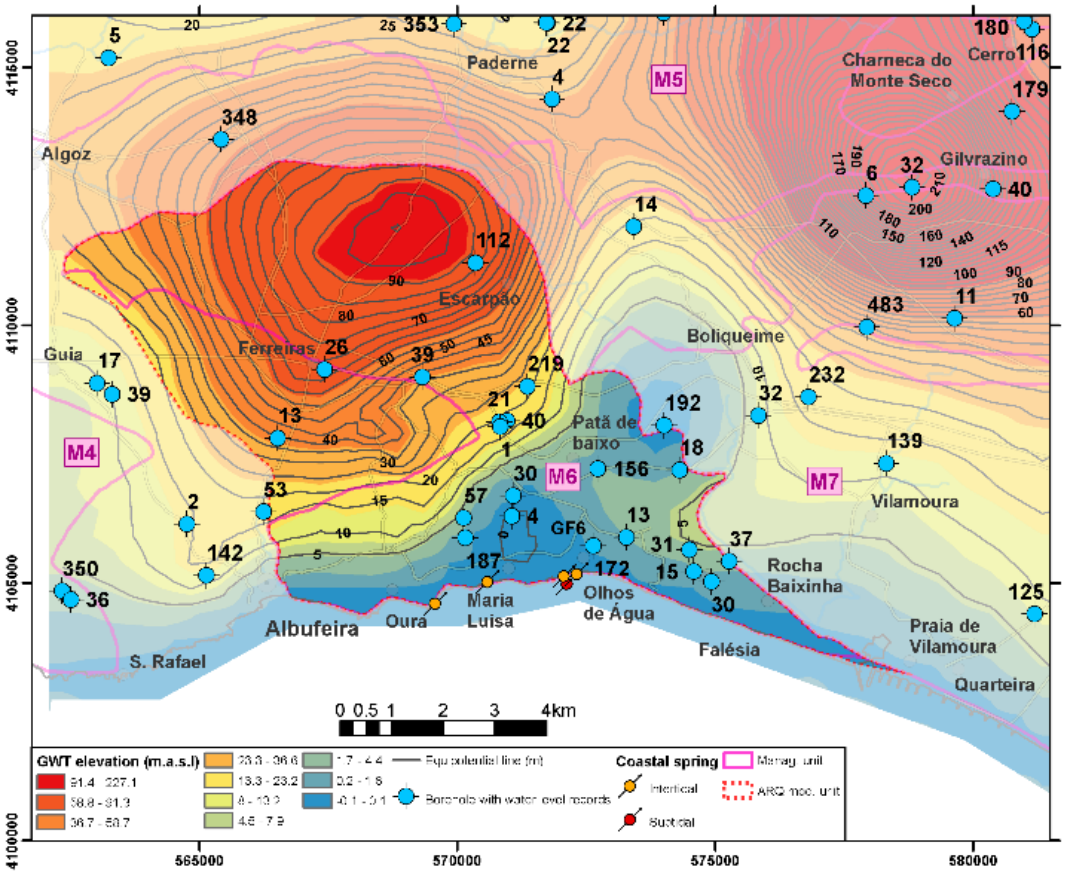






Retirado de Francés et al. (2015)

Enquadramento



Superfície piezométrica regional (linhas equipotenciais de 5 em 5 m) gerada a partir da mediana do potencial hidráulico de 91 furos (nº de valores para o cálculo da mediana encontra-se junto ao furo em *label*). A GWT elevation possui 10 classes que correspondem aos quantis (cada classe contém 10% dos valores). *Retirado de Francés et al. 2015.*

- recarga directa no planalto do Escarpão (potencial hidráulico mais elevado);
- circulação subterrânea de N para S;
- numerosas nascentes junto à praia dos Olhos de Água, 1 na Praia Santa Eulália e 1 na Oura;
- a partir do planalto existem fluxos divergentes para N e NE com exsurgências na ribeira de Quarteira (Almeida e Crispim, 1987);
- a ribeira de Quarteira recebe descarga do SA Querença-Silves a partir das nascentes de Paderne, a jusante é influente com numerosos sumidouros e no troço terminal já é efluente funcionando como um eixo de drenagem;
- conexão hidráulica entre Jurássico e Miocénico quando as formações contactam directamente;
- recarga diferida do Jur para o Mio quando as margas e calcários do Cretácico estão entre ambos;
- recarga diferida do Plio-quaternário para o Miocénico.

3. METODOLOGIA

Métodos

Com o objectivo de compreender a geometria e estrutura das formações geológicas na plataforma continental e cartografar as DAS do ARQ, realizaram-se duas campanhas de perfis de reflexão sísmica de alta resolução, perfazendo mais de 200 km, em Maio 2010 e Abril 2011.
A morfologia foi confirmada com imagens adquiridas por side scan sonar.

Embarcação XUNAUTA e sistema integrado de sub-bottom profiler e Side Scan Sonar EdgeTech 2000-CSS

Métodos

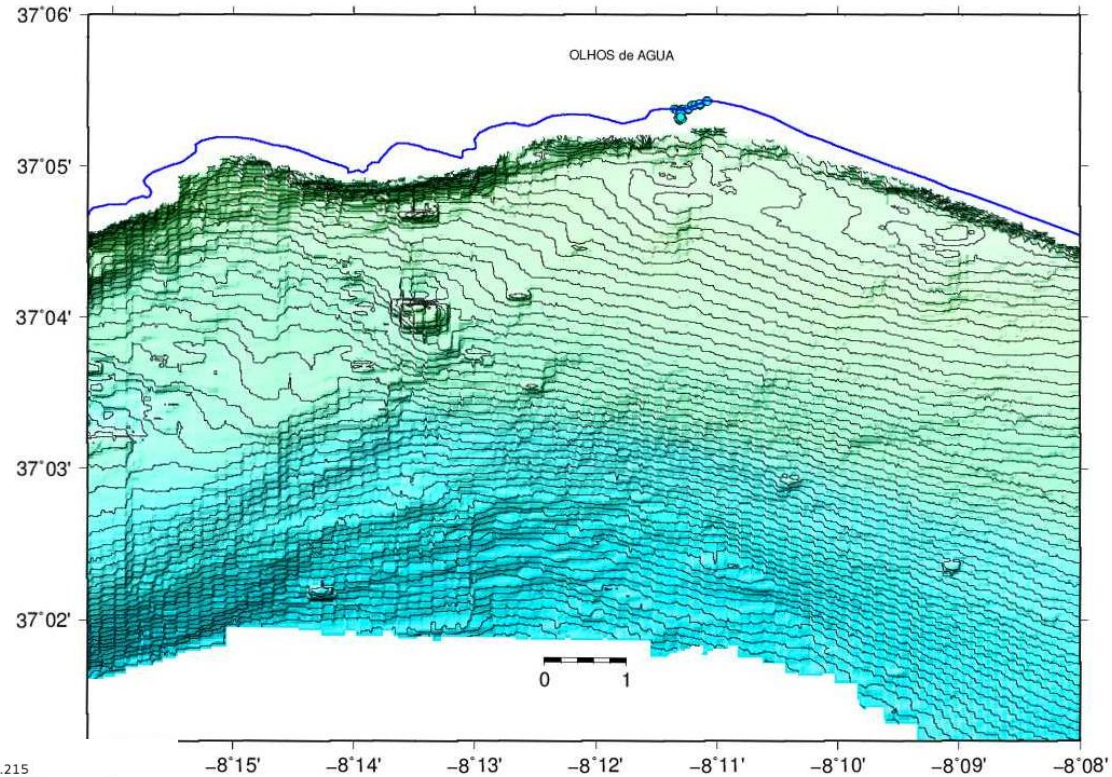
A batimetria foi gerada a partir de dados adquiridos com a sonda multifeixe de alta resolução SEABAT 8125 multibeam probe (~ 10 cm para prof. < 10 m).

Realizaram-se 3 campanhas de medição de CTD (condutividade eléctrica, temperatura e profundidade) em Novembro 2012, Abril 2013 e Novembro 2013, na plataforma em frente da descarga do ARQ e numa zona de controlo junto a Albufeira, com a distância máxima de 3 milhas náuticas da costa (≈ 5,6 km).

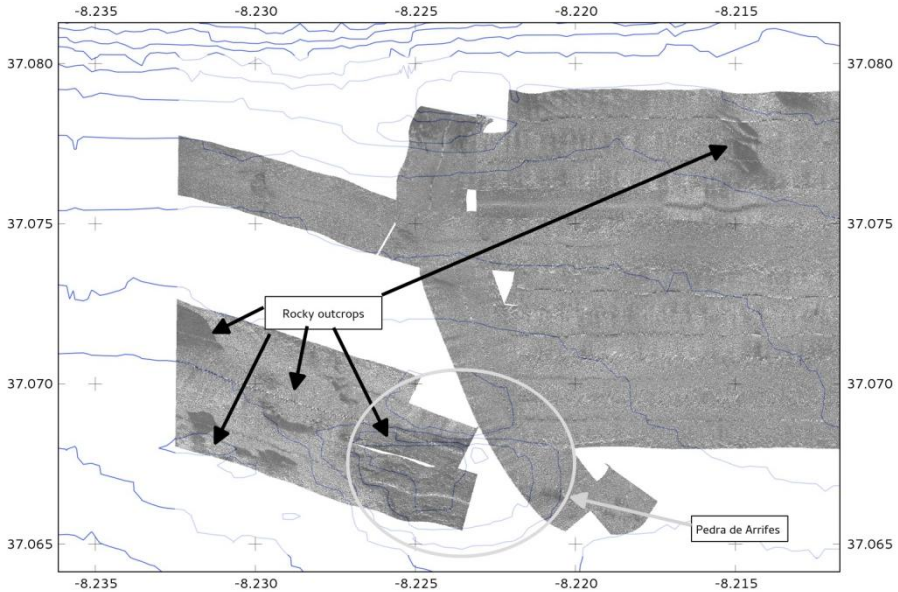
Sobre as descargas infratidais a sul dos Olhos de Água, a 120 m da praia e na batimétrica de 4 m, efectuaram-se medições com uma sonda de CTD e colheitas de água doce, orientado por mergulhadores.

4. RESULTADOS

Resultados

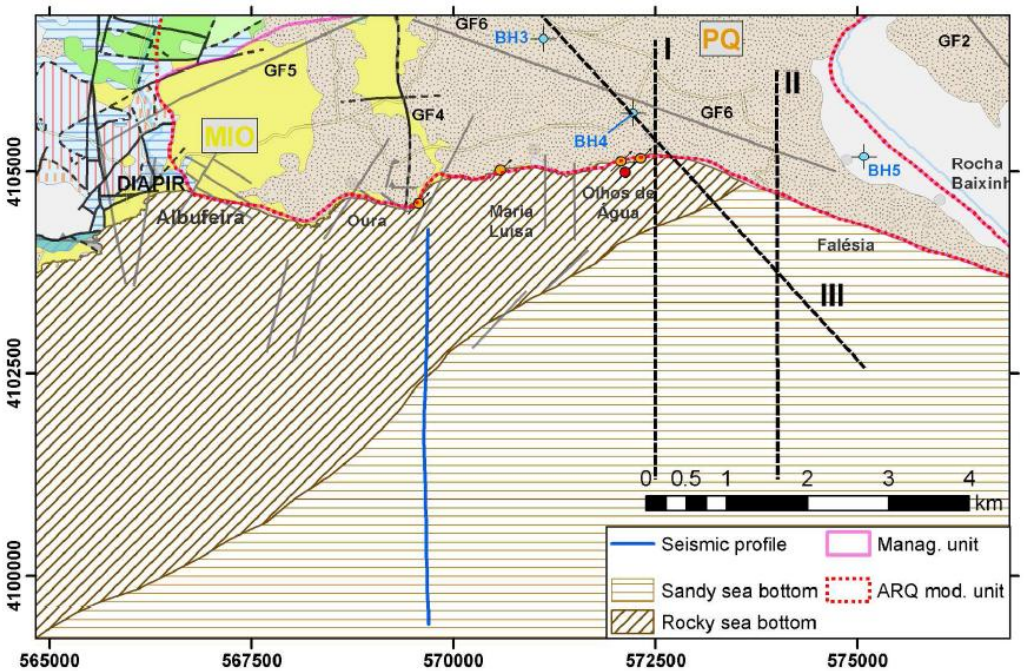


Batimetria gerada a partir de *grid* de 50 m, intervalo de 1 m entre batimétricas. Escarpa NE-SW, paleocosta Pedra dos Arrifes (Teixeira, 1998).

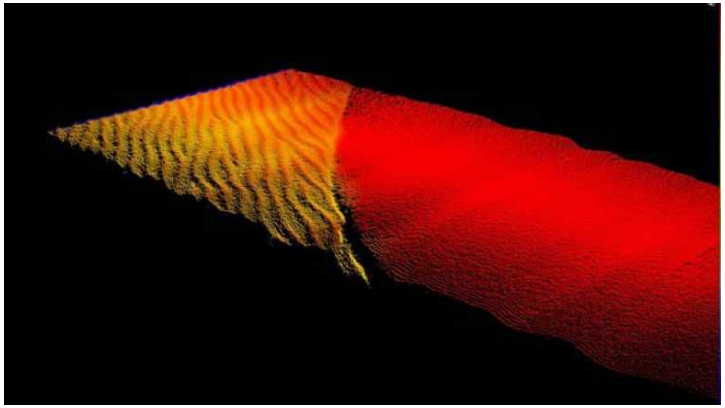


Afloramentos rochosos evidenciados por side scan sonar.

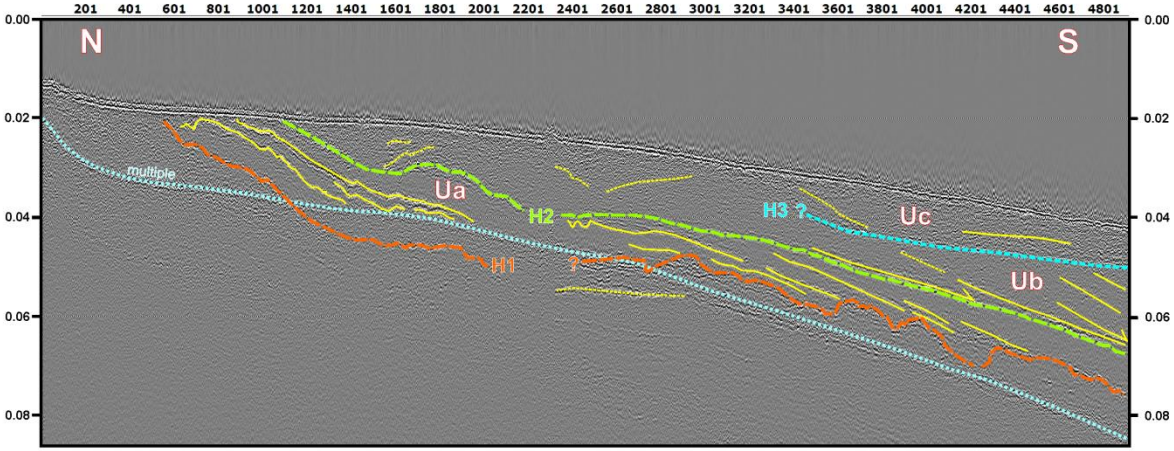
Resultados



Mapa do fundo oceânico de Teixeira & Macedo (2001) retirado de Francés et al. (2015).



Batimetria de alta resolução com a transição entre *ripple marks* e rocha.



Perfil de reflexão sísmica, N-S, em frente à praia de Santa Eulália (linha azul).
Espessura de ~32 m interpretada.
H1 topo do Miocénico carsificado, inclinação suave para S-SE .
Unidades do Pliocénico ao Quaternário sobrejacentes a H1.

Descargas de Água Subterrânea do SA ARQ na Plataforma Continental

© 2013 UALG - Freeze project

Descargas de Água Subterrânea do SA ARQ na Plataforma Continental

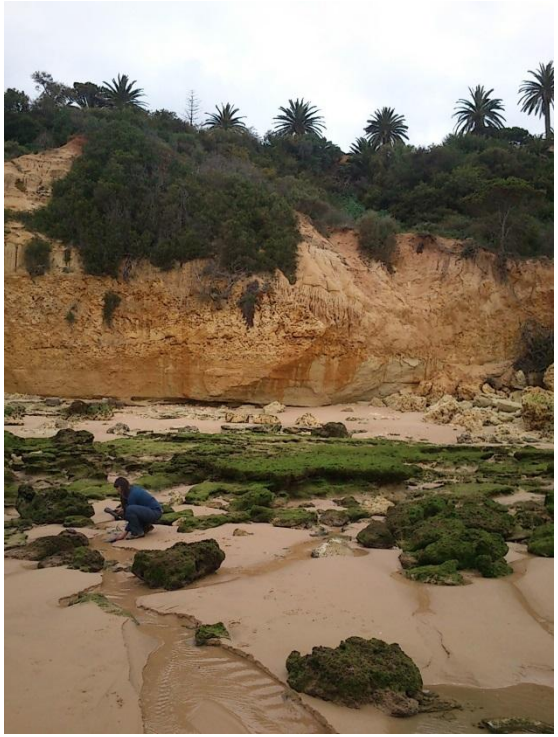
© 2013 UALG - Freeze project

Descargas de Água Subterrânea do SA ARQ na Plataforma Continental

A água que circula nas formações do Miocénico apresenta:

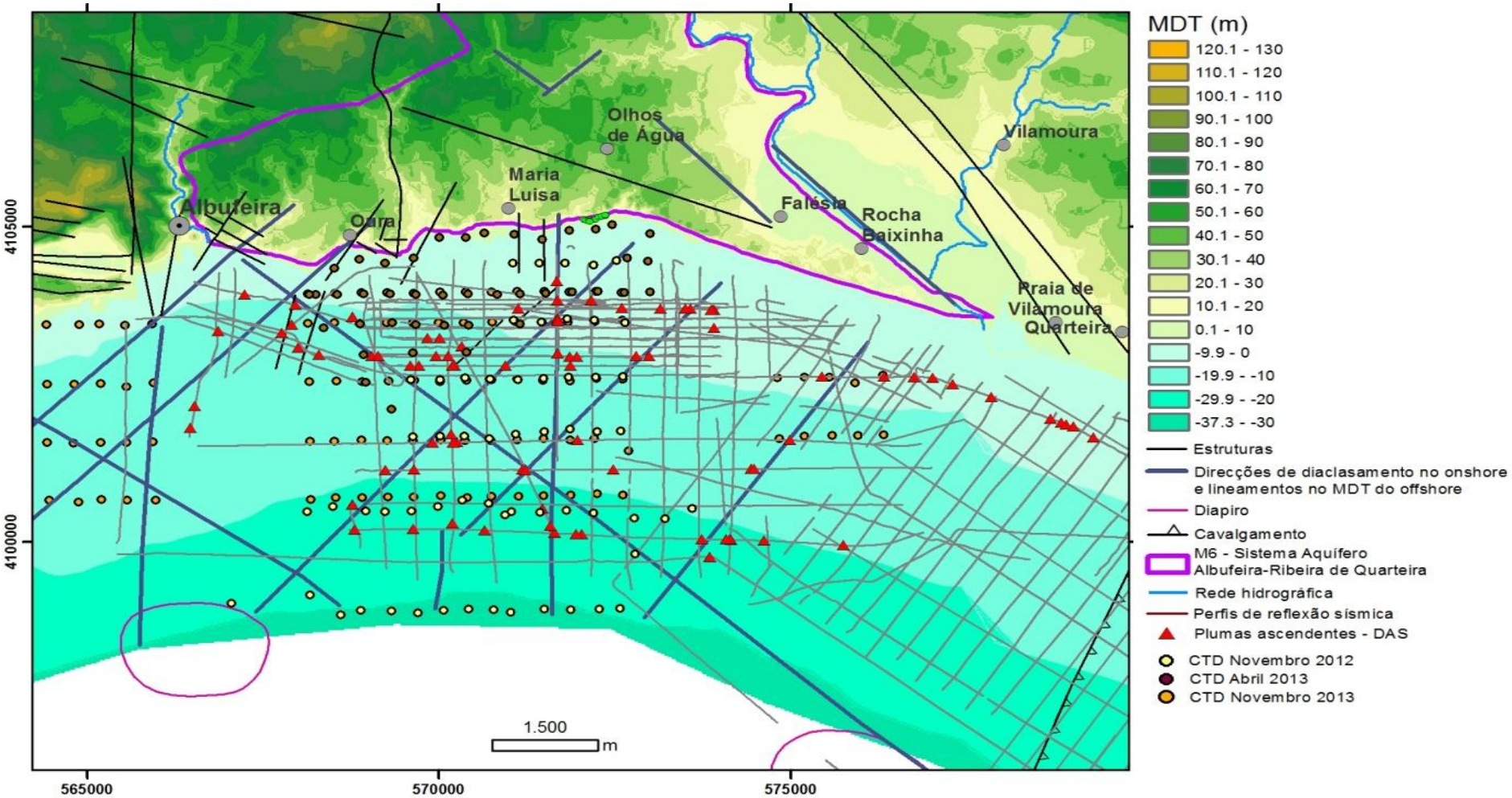
- nas captações, uma condutividade eléctrica de 800 a 1200 µS/cm e 19°C de temperatura;
- nas nascentes intertidais dos Olhos de Água, 3000 µS/cm e 19-20°C;
- nas descargas infratidais, em Julho de 2013, 9000 µS/cm e 19,8°C (medições orientadas com mergulho) enquanto a água do mar apresentava 56000 µS/cm e 21,5 °C.

Nascente nos Olhos de Água



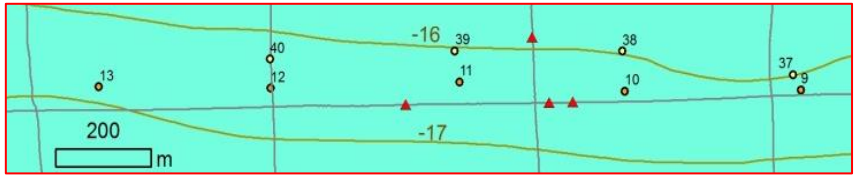
Nascente na praia de Santa Eulália

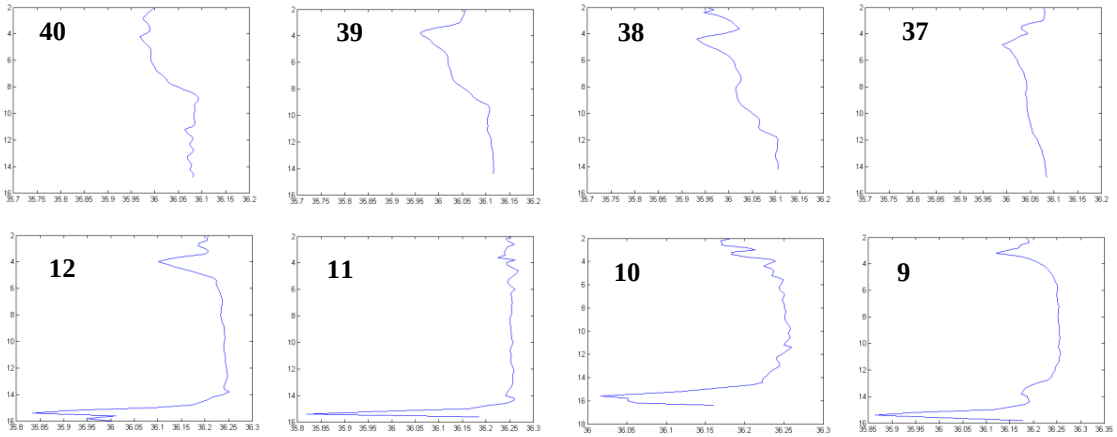
Resultados

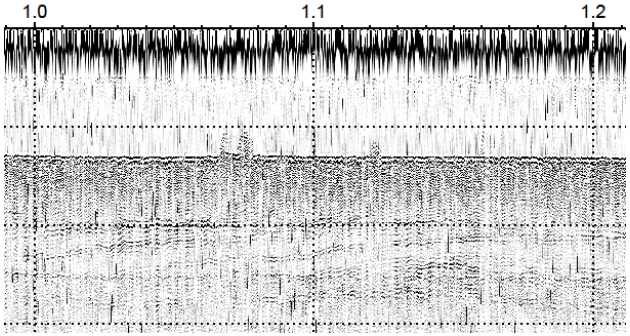


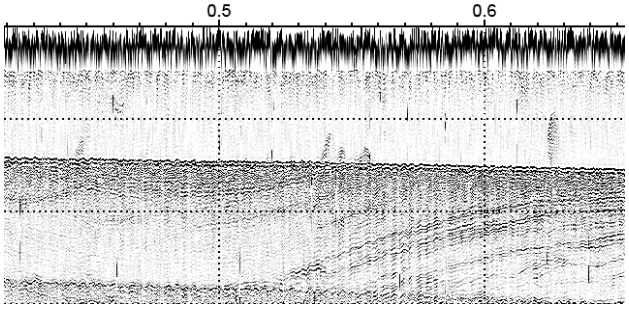
As DAS localizam-se em corredores correspondentes às antigas linhas de costa, ao longo de alinhamentos estruturais como diaclases e falhas (Terrinha et al., 2014), e em maior número no sector W da plataforma, talvez devido à menor profundidade do Miocénico que chega a aflorar na plataforma em frente a Albufeira. Identificou-se um alinhamento N-S de DAS na plataforma que corresponde, na costa, ao fecho W da praia dos Olhos de Água, subparalelo às falhas de Albufeira e Oura.

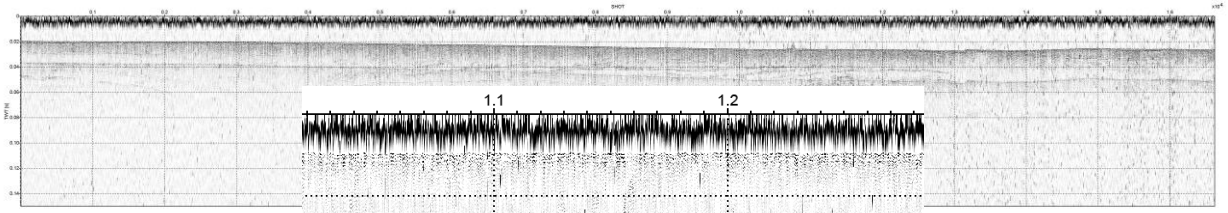
Resultados

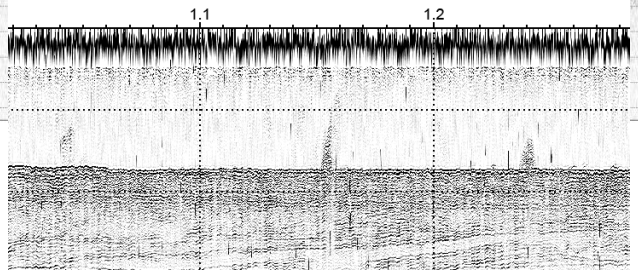

-16
39
40
38
13
12
11
10
37
9
200
m
-17

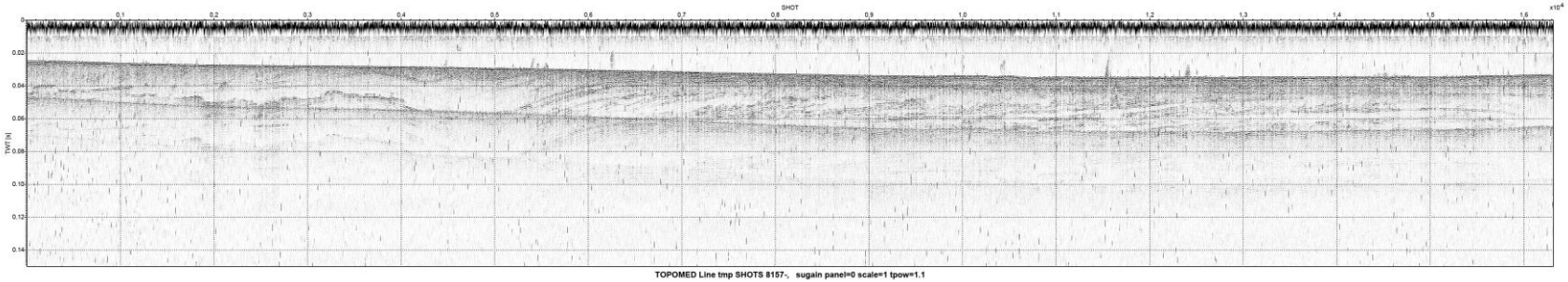

40
39
38
37
12
11
10
9


1.0
1.1
1.2

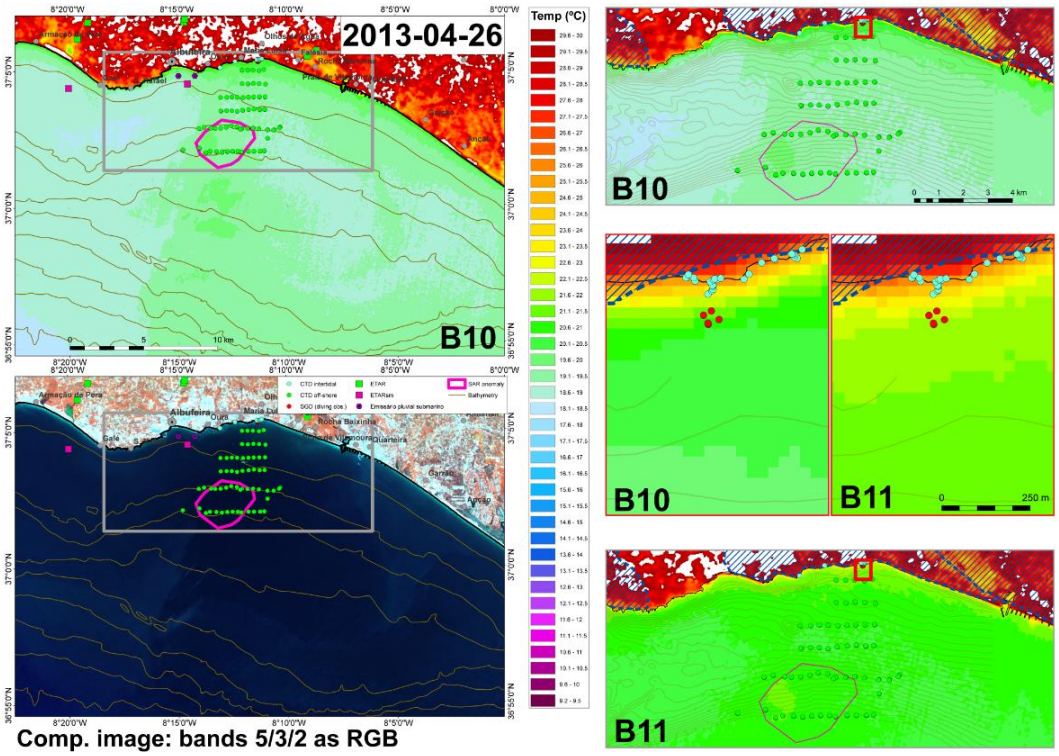

0,5
0,6

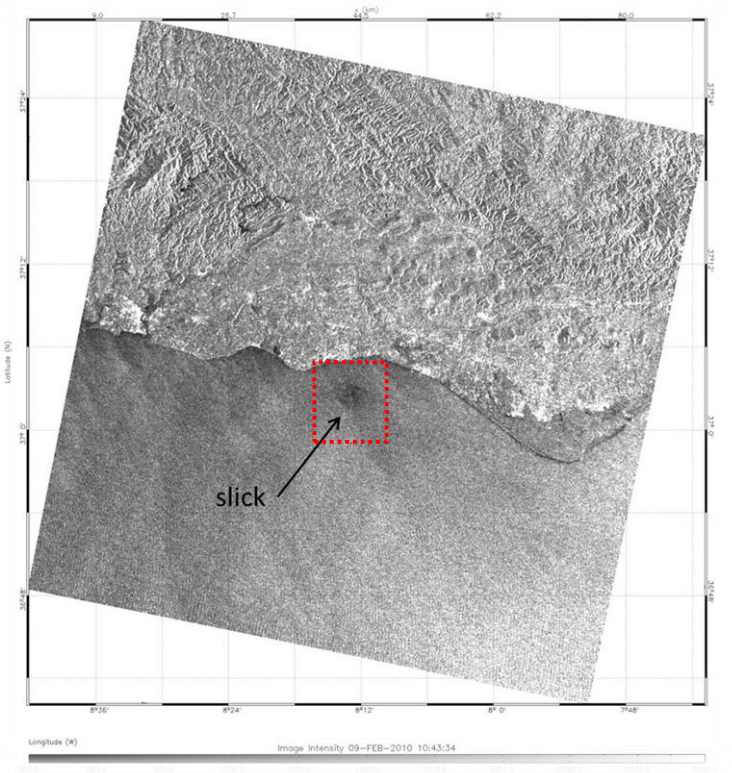



1,1
1,2


SHOT
TWT [s]
TOPOMED Line tmp SHOTS 8157-, sugain panel=0 scale=1 tpow=1.1

Resultados



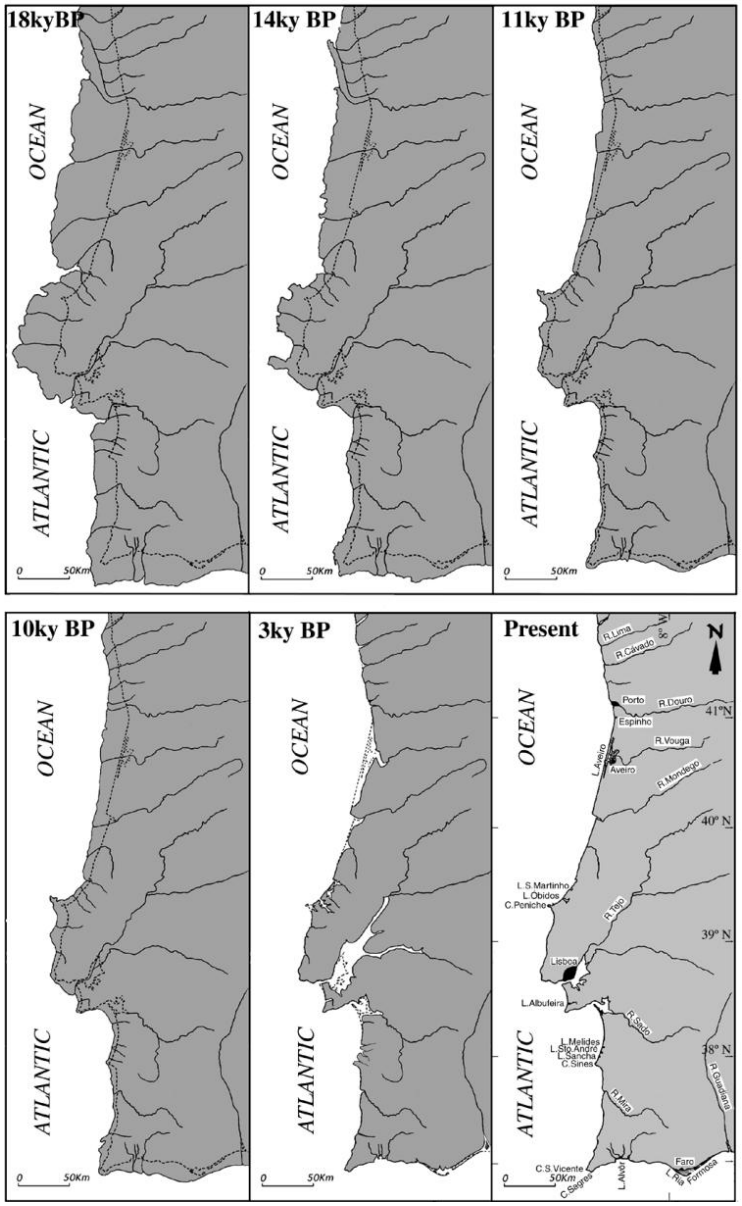


Variações de temperatura na superfície oceânica em imagens Landsat, Francés *in* Freeze (2014).

Alisamento numa imagem SAR (Radar de Abertura Sintética), Sousa et al. (2014).

As DAS, águas menos densas, tendem a ascender até à superfície oceânica, condicionadas pela intensidade do caudal de descarga e pela dispersão e mistura causada pelas correntes marinhas.

Discussão



J.M.A. Dias et al. / Marine Geology 170 (2000) 177–186

O regime transgressivo que sucede ao Younger Dryas (último episódio de arrefecimento global), no Pleistocénico superior, tem provocado sucessivos recuos da linha de costa.

Estão identificadas, nesta área, paleolinhas de costa entre as batimétricas de 60 a 40 m e de 20 a 13 m.

A geologia, hidrografia e hidrogeologia dessa época não diferiam da actualidade, com escoamentos superficial e subterrâneo para sul e nascentes nas paleolinhas de costa, que permanecem activas.

AGRADECIMENTOS

Às seguintes pessoas e entidades:

APA – ARH Algarve

Câmara Municipal de Albufeira

FCT, pelo financiamento do Projecto Freeze (PTDC/MAR/102030/2008)

OBRIGADA PELA VOSSA ATENÇÃO

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS RECENTES

Francés, A. P., Ramalho, E., Fernandes, J., Groen, M., Hugman, R., Khalil, M. A., De Plaen, J. & Monteiro Santos, F. A. Contribution of hydrogeophysics to the hydrogeological conceptual model of the Albufeira-Ribeira de Quarteira coastal aquifer in Algarve, Portugal. Hydrogeology Journal, 2015, Revisions submitted (March 2015).

FREEZE (2014) Submarine FREsh water dischargEs: characteriZation and Evaluation (PTDC/MAR/102030/2008). 2010 – 2013: Activity Report. Elaborado por LNEG, IPMA, UALG, FCUL e IST, e entregue à FCT em 2014, 164p.

Hugman, R., Monteiro, J. P., Stigter, T. (2015) Extensão Offshore da Descarga da Água Doce Submarina do Sistema Aquífero Albufeira-Ribeira de Quarteira (M6). Proceedings do 10º Seminário de Água Subterrânea, Évora, 9 e 10 de Abril.

Sousa F.M., G. Carrara, J. Fernandes, D. Boutov, M. Loureiro, F. Leitão, P. Range e A. Machado, 2014. Submarine Groundwater Discharges at Olhos de Água area, Algarve – some results of the CTD surveys. Proceedings of 8ª Assembleia Luso Espanhola de Geodesia e Geofísica, (eds. B. Caldeira, J. Barrenho, J.F. Borges, J. Pombinho, M.J. Costa, M.R. Duque, M. Bezzeghoud e R. Salgado), ISBN: 978-989-98836-0-4, p. 503-507.

Terrinha P., Noiva J., Carrara G., Fernandes J., Roque C., Pinheiro L., (2014). Neogene and Quaternary seismostratigraphy and tectonics offshore Albufeira and Quarteira: implications on the paleogeography and submarine freshwater discharges. Proceedings do IX Congresso Nacional de Geologia (IX CNG) e do 2º Congresso de Geologia dos Países de Língua Portuguesa (2º CoGePLiP), Porto, (Portugal), 4p.

A listagem mais completa de bibliografia pode ser consultada em:

geoportal.lneg.pt/freeze/FCT-REPORT/Freezefinalreport.pdf

LNEG