Departamento de Ciências da Terra
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Universidade de Coimbra

Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos - APRH
Estoril, 2 a 4 de Abril de 2008

ESTUDO DE PLUMAS DE CONTAMINAÇÃO PROVOCADAS POR CEMITÉRIOS

Caso de estudo no cemitério de Fonte de Angeão, Vagos

Carlos Barreira, Pedro Dinis e
Fernando P. O. Figueiredo

Centro de Geociências da Universidade de Coimbra, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra,
Largo Marques de Pombal, 3000-272 COIMBRA; Tel: +351 239 860 538; e-mail: carloscubano@portugalmail.pt

Uma questão controversa

Polémica em Pombal

Tribunal legaliza funerais no cemitério de Pombal

Cemitério envergonha Setúbal

A QUASE coabitação entre o cemitério de Algeruz e um ferro-velho, antiga lixeira, que confina com um dos seus limites, envergonha e indigna Setúbal.

O vereador com o pelouro dos cemitérios, **reconhece a situação e admite o mal-estar, sobretudo durante a realização de cerimónias fúnebres que coincidem com o trabalho ruidoso das máquinas do sucateiro**. Catarino Costa justifica com a necessidade constante de aumentar a área do cemitério (…).

DN-Luís Carregã

Expresso 19.06.2004

Objectivos do Trabalho

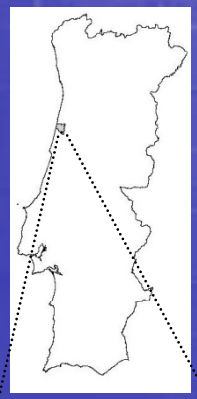
- **Aferir da formação de uma pluma de contaminação condutiva provocada pela proximidade do cemitério da Freguesia de Fonte de Angeão, decorrente das águas escoadas do seu interior para as áreas circundantes;**
- **Estabelecer correlação, ou não, entre a qualidade da água dos poços e o cemitério;**
- **Definir o sentido de propagação e profundidade média da pluma de contaminação;**
- **Alertar para a necessidade de proceder a mais estudos sobre os reais impactos dos cemitérios na qualidade ambiental e saúde pública.**

Enquadramento Geográfico

Lat. 40º27'N
Long. 8º40'W

Área aprox. 0,4ha

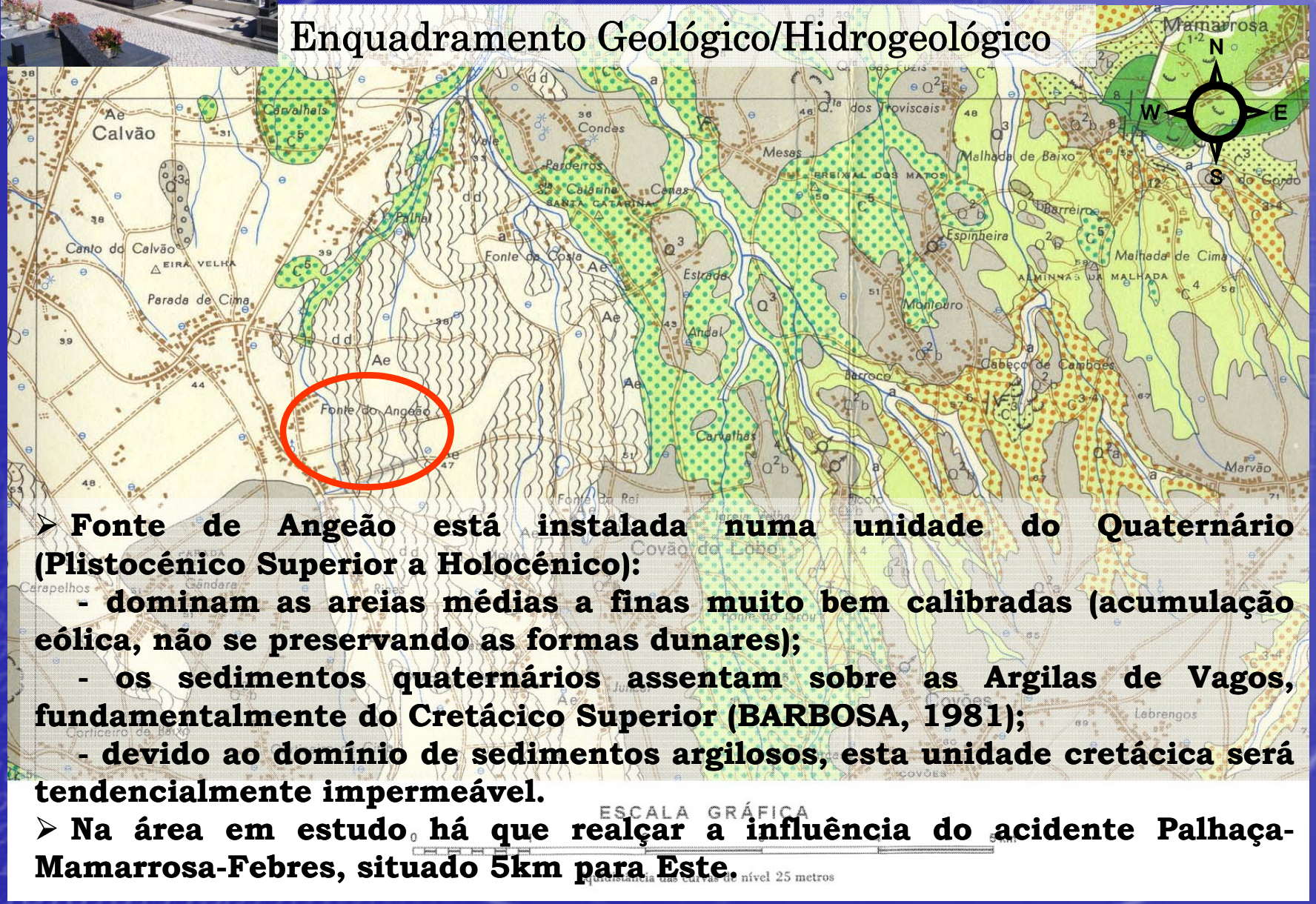
Cemitério da Freguesia de Fonte de Angeão



Legenda

- Pontos de água
- Sondagem geológica
- Perfis electromagnéticos
- Ribeira

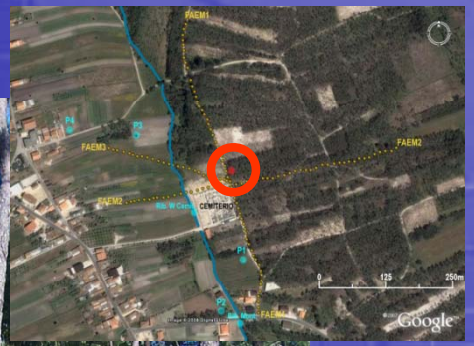
Enquadramento Geológico/Hidrogeológico



- **Fonte de Angeão está instalada numa unidade do Quaternário (Plistocénico Superior a Holocénico):**
  - **dominam as areias médias a finas muito bem calibradas (acumulação eólica, não se preservando as formas dunares);**
  - **os sedimentos quaternários assentam sobre as Argilas de Vagos, fundamentalmente do Cretácico Superior (BARBOSA, 1981);**
  - **devido ao domínio de sedimentos argilosos, esta unidade cretácica será tendencialmente impermeável.**
- **Na área em estudo há que realçar a influência do acidente Palhaça-Mamarrosa-Febres, situado 5km para Este.**

Extracto da Carta Geológica de Portugal, folha 16-C, Vagos

Enquadramento Geológico/Hidrogeológico



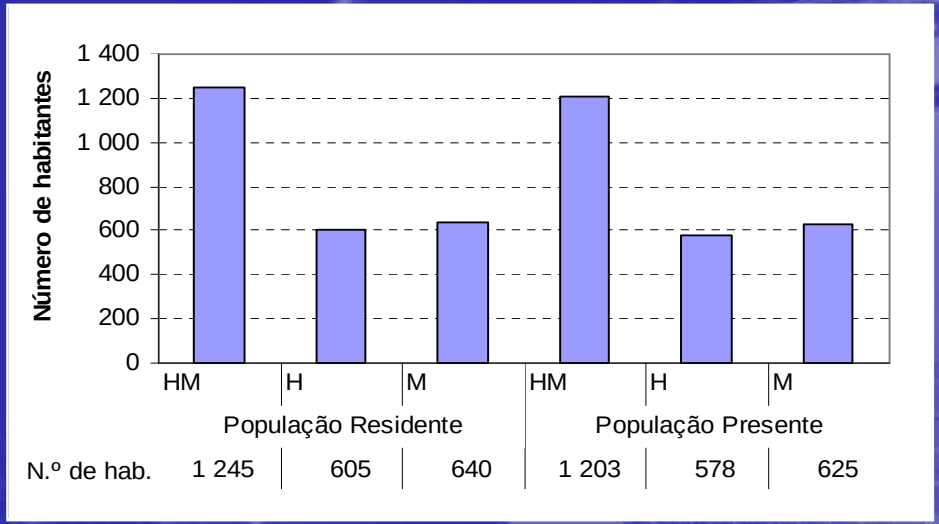
Sondagem com trado

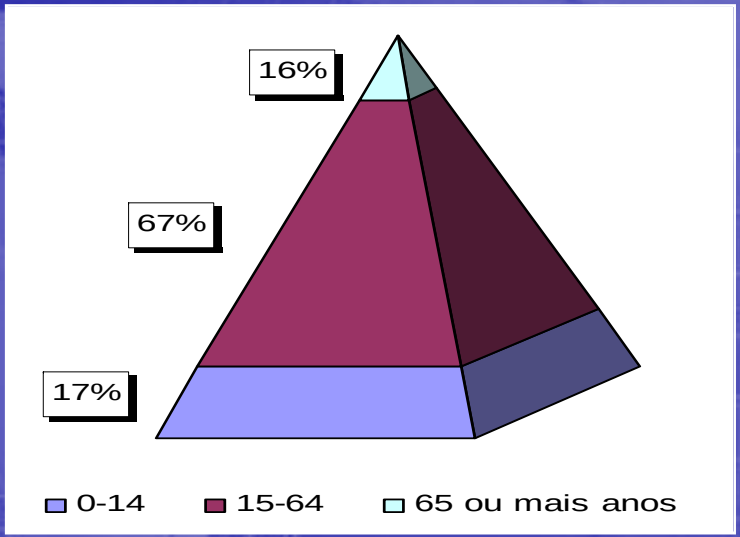
Enquadramento Geológico/Hidrogeológico

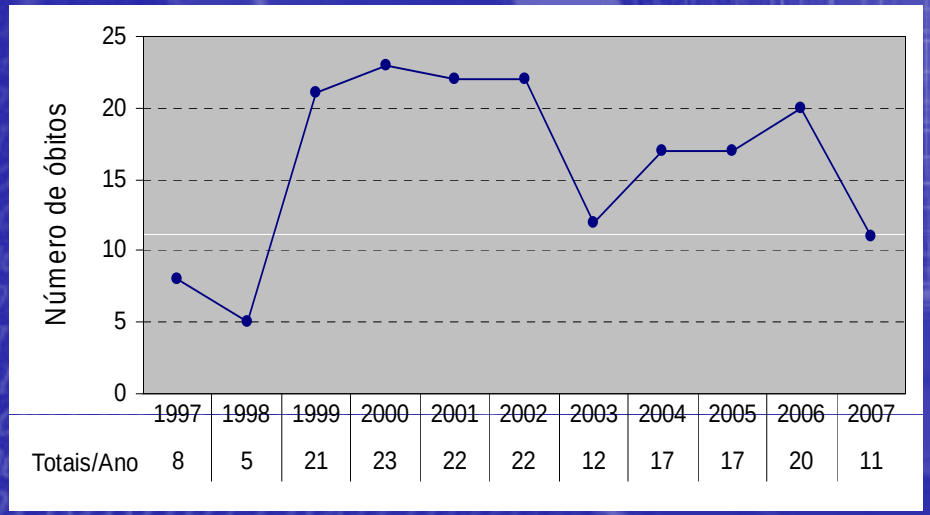
Níveis:

- **0 aos 0,70m - cores cinzas impostas pela presença de matéria orgânica;**
- **0,70m aos 0,90m - cor castanha, de podzol (enriquecimento em óxidos e hidróxidos de ferro relacionados com o desenvolvimento do solo);**
- **0,90m aos 1,50m - areias amarelas, tornando-se progressivamente mais claras em profundidade;**
- **1,50m aos 1,90m - areias soltas de cor cinza clara (onde se encontra o nível freático).**

Caracterização socio-demográfica da Freguesia







Destaques:

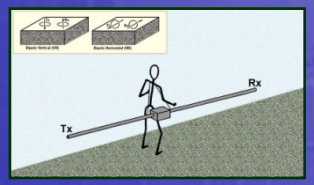
- 22 mil hab. (Concelho);
- 1245 hab. (Freguesia);

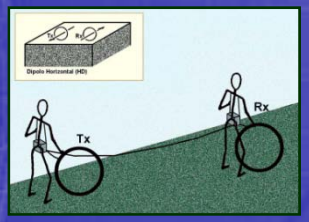
  Fonte: INE, 2001
- 18 funerais/ano (1997-2007);
- T.M. Freguesia 2001 (18‰)

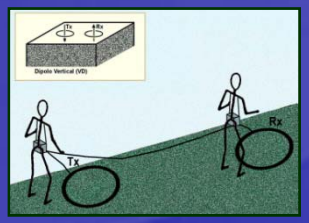
Metodologia do Trabalho de Campo

Profundidade de investigação aparente (m)

2,2	EM31 - HD
4,6	EM31 - VD
5,9	EM34 - HD 10m
11,8	EM34 - HD 20m
12,6	EM34 - VD 10m
23,5	EM34 - HD 40m
25,3	EM34 - VD 20m
50,6	EM34 - VD 40m







Metodologia do Trabalho de Campo

Condutivímetro *Geonics* EM31 (HD).

Condutivímetro *Geonics* EM31 (VD).

Condutivímetro *Geonics* EM34 (HD).

Condutivímetro *Geonics* EM34 (VD).

Qualidade da Água[1]

Pontos de água	*Condutividade (µS/cm)*	*pH*	*Temperatura (ºC)*	Oxigenio Dissolvido (mg/l)	Turvação (NTU)	Eh (mV)
P1	104	6,94	20,8	6,72	6,8	125
P2	401	6,98	18,9	5,42	6,8	232
P3	471	7,06	18,6	4,52	5,8	243
P4	591	7,02	20,2	5,15	2,9	265
Ribeira Montante	238	6,23	17,7	6,09	17,7	108
Ribeira W Cemitério	257	7,32	19,1	6,63	11,4	227
Ribeira Jusante	280	7,25	19,2	8,40	8,5	247
Valor médio dos pontos	335	6,97	19,2	6,1	8,6	242
Valores DL n.º 306/2007	2500	≥6,5 ≤ 9,0	------	------	4,0	------

1) - Sonda multiparamétrica *DKK-TOA WQC-24;*

- Sonda *WTW* modelo *325pH* .

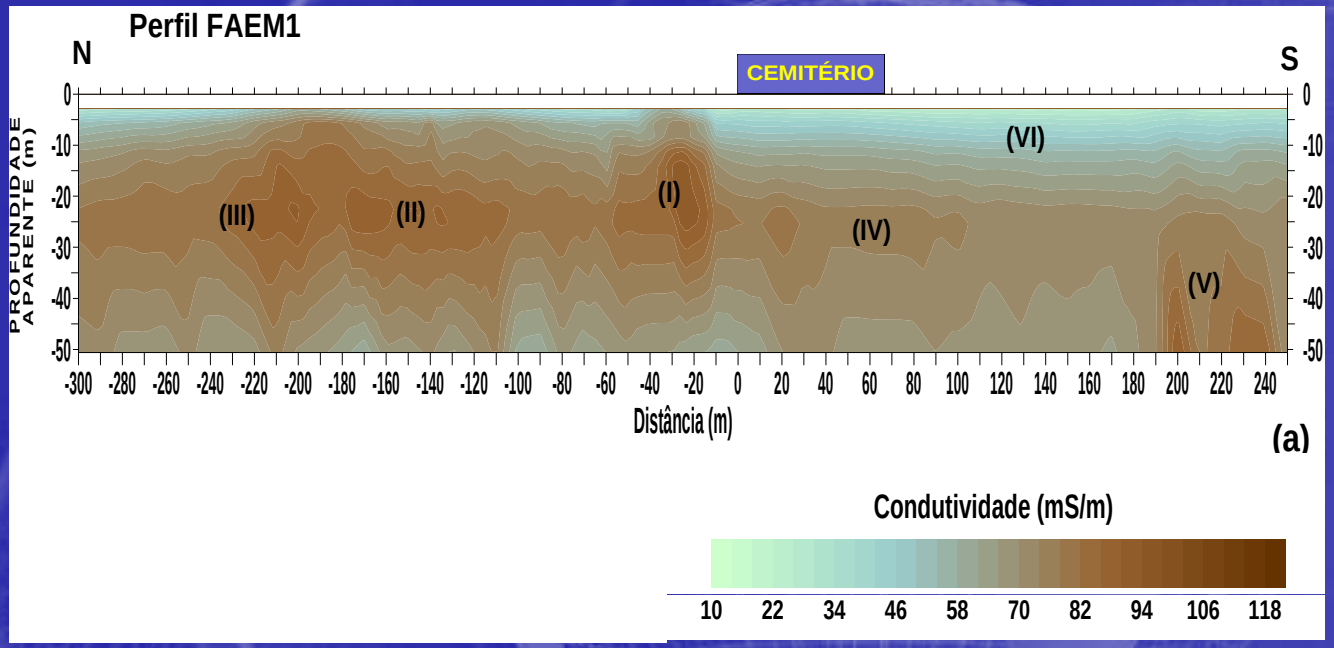
Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto – Estabelece o regime da qualidade da água destinada ao consumo humano, procedendo à revisão do Decreto -Lei n.º 243/01.

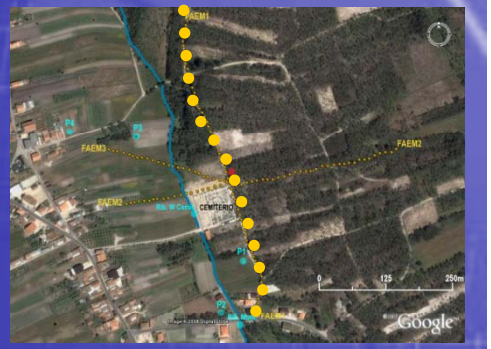
Análise da Água

Ponto de água – Ribeira W Cemitério

Procedimento na análise da água

Interpretação dos Resultados

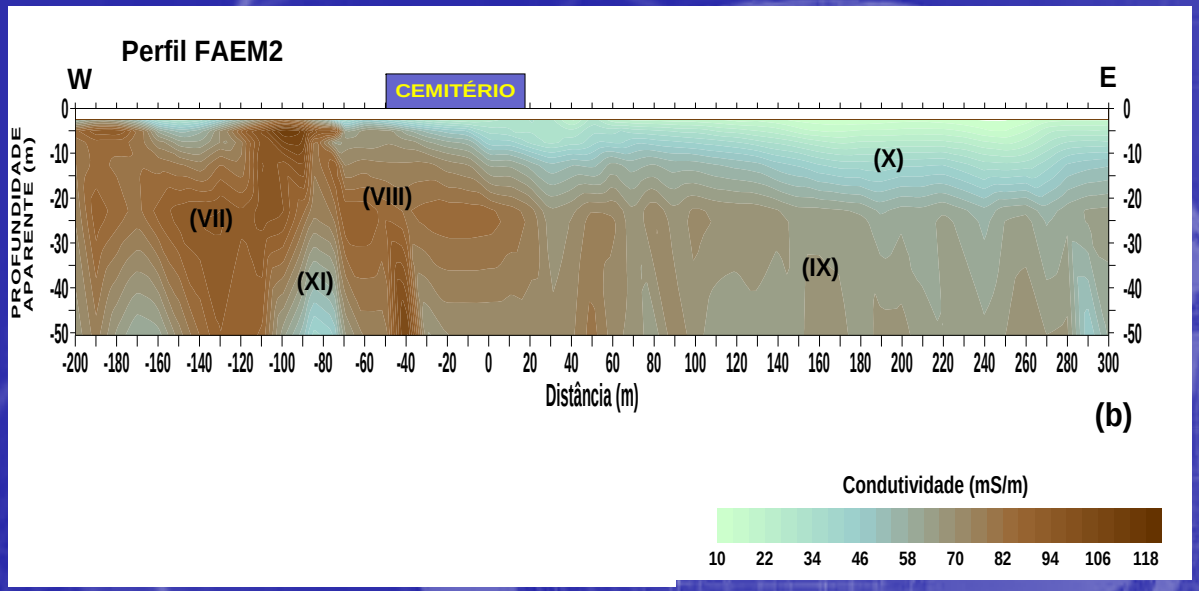


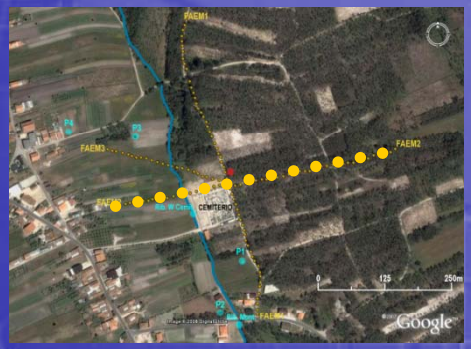


Perfil FAEM1

- **Anomalias (I), (II) e (III), localizadas no lado Norte, poderão corresponder à pluma de contaminação gerada pelo cemitério;**
- **Anomalia (I) apresenta a maior condutividade - mais próxima do cemitério;**
- **A pluma de contaminação estende-se aproximadamente 240m para Norte;**
- **Para Sul, a anomalia (IV) poderá, também, ser parte da pluma de contaminação;**
- **A anomalia (V) poderá corresponder a uma estrutura geológica mais argilosa;**
- **A anomalia (VI) corresponde a uma estrutura pouco condutiva, bastante homogénea, com início bem marcado aos 10m prolonga-se para Sul do perfil.**

Interpretação dos Resultados



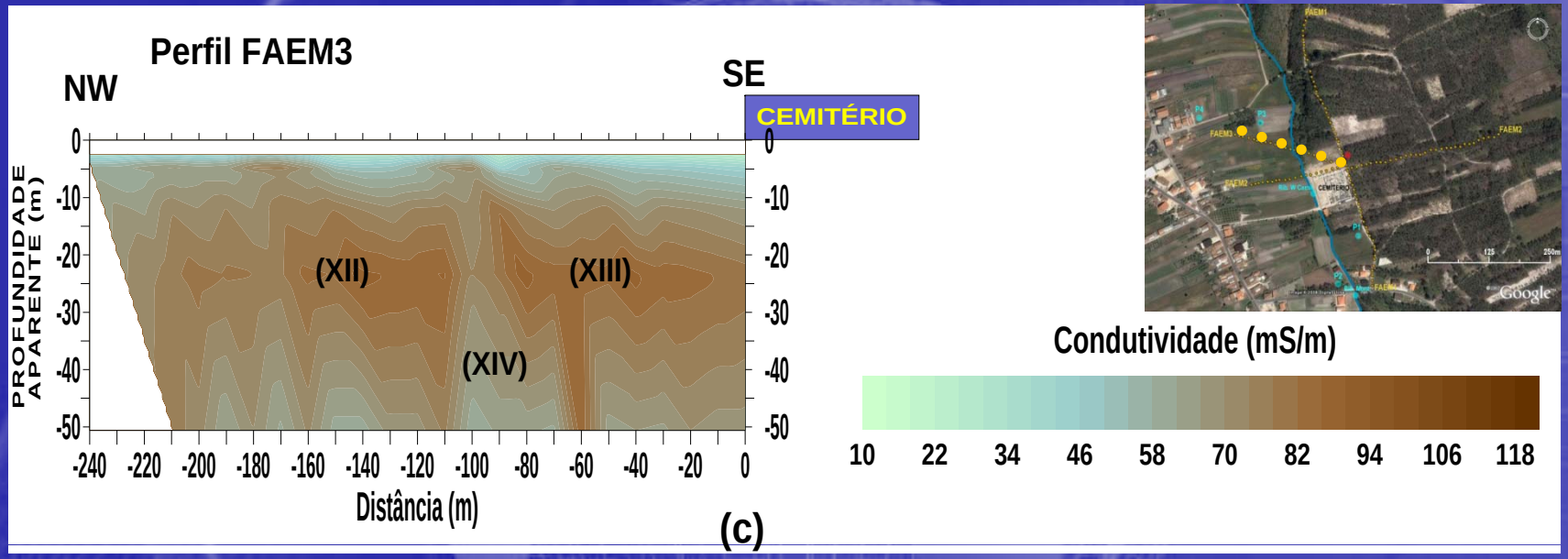


Perfil FAEM2

- **Duas zonas condutivas, anomalias (VII) e (VIII), desenvolvendo-se a pluma na direcção Oeste com uma extensão aproximada de 160m;**
- **A anomalia (VIII) prolonga-se ligeiramente para Este, embora com valores menores de condutividade;**
- **Neste perfil a pluma de contaminação tem um desenvolvimento vertical aos 120m;**
- **A anomalia (IX), menos condutiva, representa um desenvolvimento para Este e poderá corresponder a uma formação argilosa (Argilas de Vagos);**
- **A anomalia (X) corresponde à formação geológica arenosa (Quaternário);**

A anomalia (XI) apresenta condutividade baixa e é muito localizada, podendo estar relacionada com a ribeira e uma falha.

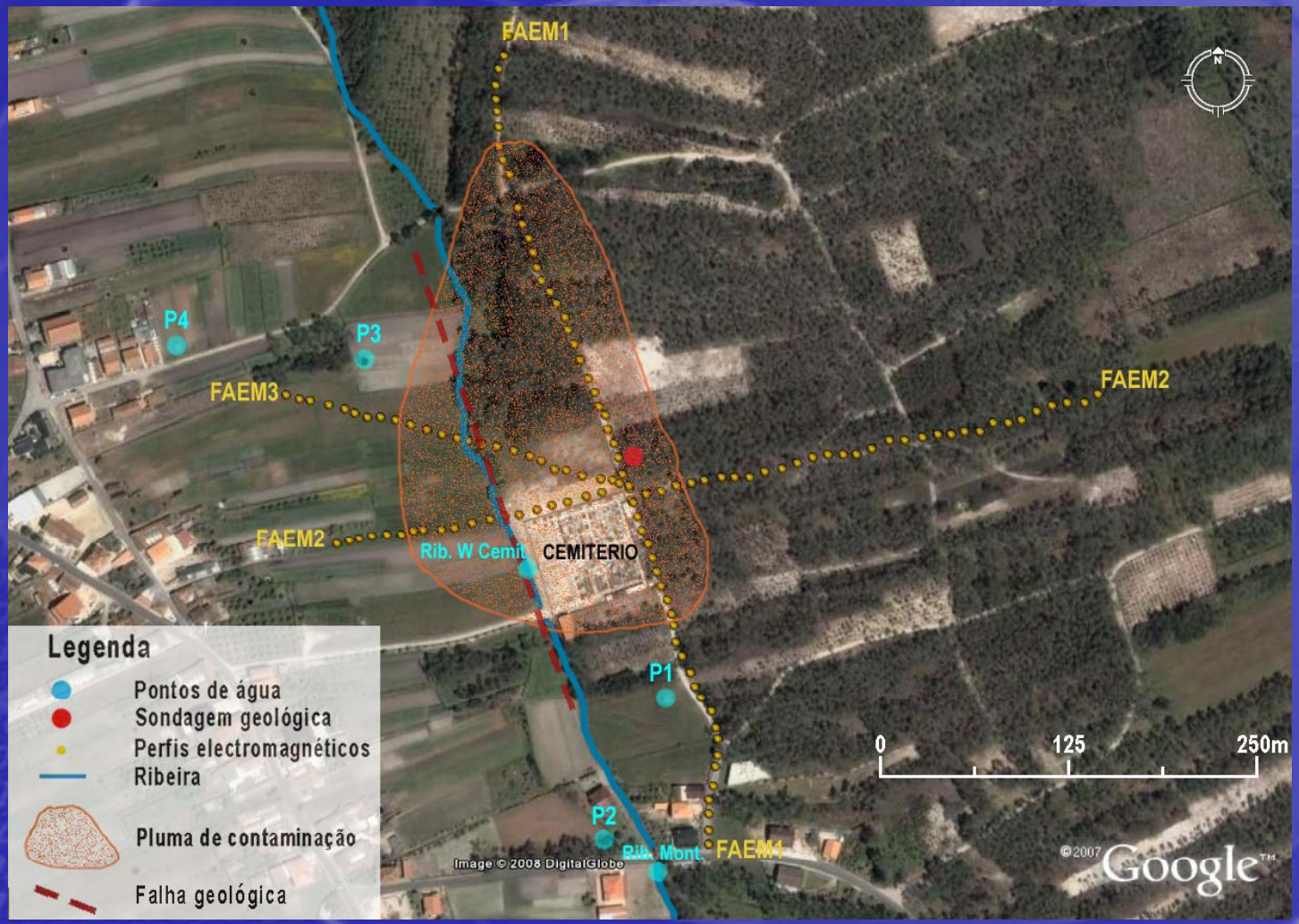
Interpretação dos Resultados



Perfil FAEM3

- **Aqui temos duas zonas condutivas (XII) e (XIII) que poderão corresponder à pluma de contaminação. No conjunto apresentam uma extensão aproximada de 160m;**
- **A anomalia (XIV) apresenta condutividade baixa e é muito localizada, podendo estar relacionada com a ribeira e uma falha.**

Propagação da Pluma de Contaminação



Modelo elaborado a partir dos dados presentes nos 3 perfis FAEM.

Considerações Finais

⇨ **Verificamos a existência de uma pluma de contaminação, visível nos três perfis, tendo uma extensão maior no sentido Norte e Oeste (devido às cotas do terreno e à direcção de fluxo da água da ribeira);**

⇨ **A pluma de contaminação propaga-se a uma profundidade entre os 10 e os 30m, com uma extensão aproximada de 240m para Norte, 160m para Oeste, 140m para NW, 90m para Sul e 30m para Este;**

⇨ **A geologia da área estudada favorece a propagação sub-horizontal da pluma de contaminação uma vez que predominam as areias do Quaternário assentes sobre um substrato tendencialmente impermeável;**

⇨ **A profundidade média de 30m a que situa a base da pluma de contaminação é justificada por ser esta a profundidade aproximada do contacto entre as areias do Quaternário e a unidade dominada por argilas do Cretácico, que limita a propagação da pluma de contaminação em profundidade;**

⇨ **Os poços amostrados não evidenciam sinais de contaminação uma vez que ainda não terão sido atingidos pela pluma, podendo essa situação ocorrer num futuro próximo no ponto de água P3.**

Agradecimentos

- **Ao Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro a cedência do equipamento Geonics EM34;**

- **À Junta de Freguesia, na pessoa da sua presidente, Dra. Maria Helena dos Santos, bem como aos restantes elementos que a constituem pela cordialidade com que corresponderam a todas as nossas solicitações e pedidos de informação;**

- **Uma palavra de apreço a todos os proprietários dos terrenos por onde passámos para proceder à recolha dos dados com os instrumentos;**

- **Ao padre da Freguesia, Sr. João Marques Sarrico, um agradecimento particular pelo facto de ter disponibilizado a informação sobre o total de óbitos realizados no cemitério nos últimos anos.**

Bibliografia

ALMEIDA, C.; MENDONÇA, J.J.L.; JESUS, M.R. e GOMES, A.J. (2000) – *"Sistema Aquífero: Cretácico de Aveiro (02)", in Sistemas Aquíferos de Portugal Continental.* Centro de Geologia, Instituto da Água, pp. 173-187. Disponível na WWW: http://www.snirh.pt (consultada em 9 de Dez. 2007).

BAPTISTA, Jaime Melo; PÁSSARO, Dulce Álvaro; SANTOS, Rui Ferreira dos e COSTA, Alexandre Milheiras (2005) - *A Qualidade de Água para Consumo Humano em Portugal. O Balanço da Intervenção do IRAR como Autoridade Competente.* IRAR, Lisboa, Junho de 2005. Disponível na WWW: http://www.irar.pt/PresentationLayer/ResourcesUser/docum/textqa1.pdf (consultada em 10 de Set. 2007).

BARBOSA, Bernardo Pereira – *Carta Geológica, folha 16-C Vagos*, na escala 1/50000, Direcção-Geral de Geologia e Minas, Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 1981.

DENT, Boyd B. e KNIGHT, Michael J. (1998) – "Cemeteries: a special kind of landfill. The context of their sustainable management", *in Groundwater: Sustainable Solutions Conference.* Melbourne (Austrália), Feb. 98. Disponível na WWW: http://www.science.uts.edu.au/des/StaffPages/BoydDent/Cemeteries_specialkindlandfill.pdf (consultada em 28 de Set. 2007).

DGA (1998) – DIRECÇÃO GERAL DO AMBIENTE - *Controlo da Qualidade das Águas de Abastecimento para Consumo Humano em 1997*, Ministério do Ambiente, Maio de 1998, 48p. ISBN: 972-8419-16-13. Disponível na WWW: http://www.iambiente.pt/agua/RelAgua97.pdf (consultada em 2 de Fev. 2007).

FERREIRA, Helena S.; BOTEQUILHA LEITÃO, André e RIBEIRO, Luís (2004) – "Metodologias para o planeamento e gestão sustentáveis dos recursos hídricos com ênfase nos recursos hídricos subterrâneos", *in 7º. Congresso da Água*, Lisboa (Portugal), 8-12 Março 2004, APRH - Associação Portuguesa de Recursos Hídricos. Disponível na WWW: http://www.aprh.pt (consultada em 23 de Fev. de 2007).

FIGUEIREDO, F. P. O. (2006) – "Estudo de uma pluma de contaminação pelo método de prospecção electromagnético no domínio frequência - Geria, Coimbra", *in 8º. Congresso da Água*, Figueira da Foz (Portugal), 13 a 17 de Março 2006, APRH - Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos. Disponível em CD-ROM, Comunicação 171.

GEONICS (1984) – *Operating Manual for EM 31 non contacting terrain conductivity meter.* Geonics Limited, Ontário (Canadá) 1984.

Bibliografia

GEONICS (1990) – *EM34 e EM34-3XL Operating Instructions*. Geonics Limited, Ontário (Canadá) 1990.

GILBERT, Janine; DANIELOPOL, Dan L.; STANFORD, Jack A. (1994) - *Groundwater Ecology*, Academic Press Limited, United Kingdom Edition, 571 p. ISBN: 0-12-282110-6.

GOOGLE EARTH – Imagem de Satélite do cemitério da freguesia de Fonte de Angeão. Disponível na WWW: http://www.earth.google.com/ (consultada em 7 de Fev. 2008).

INE (2001) - INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA, Censos 2001 : resultados definitivos: XIV recenseamento geral da população: IV recenseamento geral da habitação / Instituto Nacional de Estatística, 3º vol.: Centro. - ISBN 972-673-604-8. Lisboa, INE (2001). Disponível na WWW: http://www.ine.pt/ (consultada em 11 de Dez. 2007).

INSTRUCTION MANUAL – Hand-held Water Quality Meter WQC-24. DKK-TOA Corporation, Japão.

INSTRUCTION MANUAL – WQC-LOG Data Acquisition Software, Version 1.0E. DKK-TOA Corporation, Japão.

INSTRUCTION MANUAL – WTW model 325pH**.** WTW - Wissenschaftlich-Technische Werkstätten GmbH, Alemanha.

PACHECO, Alberto (2006a) – "Cemitérios: risco de contaminação da água". Entrevista à *Revista do CREA – RS* (Conselho Regional de Engenharia, Arquitectura e Agronomia do Rio Grande do Sul), Andrea Fioravanti Reisdorfer, ano III, Setembro **n.º 25**, p. 12 a 14. Disponível na WWW: http://saturno.crea-rs.org.br/crea/pags/revista/24/index.htm (consultada em 18 de Set. 2007).

PACHECO, Alberto (2006b) – "Os cemitérios e o ambiente". *Revista do CREA - RS* (Conselho Regional de Engenharia, Arquitectura e Agronomia do Rio Grande do Sul), ano III, Agosto **n. 24**, p.30. Disponível na WWW: http://saturno.crea-rs.org.br/crea/pags/revista/24/index.htm (consultada em 18 de Set. 2007).

PELUSO, F.; VIVES, L, VARNI, M. ; CAZENAVE, G; CASTELAIN, J. González e USUNOFF, E. (2006): "Evaluación preventiva espacial del riesgo sanitario por la instalación de un cementerio parque", *GeoFocus (Informes y comentarios)*, **n.º 6**, p. 1-14. ISSN: 1578-5157. Disponível na WWW: http://geofocus.rediris.es/2006/Informe1_2006.pdF (consultada em 13 de Set. 2007).

Bibliografia

MARTINS, M.T.; PELLIZARI, V.H.; PACHECO, A,; MYADI, D.M.; ADAMS, C.; BOSSOLAN, N.R.S.; MENDES, J.M.B.; HASSUDA, S. (1991) – "Qualidade bacteriológica de águas subterrâneas em cemitérios.", *Revista de Saúde Pública*, **Vol. 25, n.º 1,** p. 47-52. ISSN: 0049-6979 (*Print*); 1573-2932 (*On line*). Disponível na WWW: http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89101991000100010&lng=&nrm=iso (consultada em 18 de Set. 2007).

MATOS, Bolivar Antunes (2001) – *Avaliação da ocorrência e do transporte de microrganismos no aquífero freático do cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, Município de São Paulo*. Tese de Doutoramento - Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (Brasil), 172 p. (Orientação do Prof. Dr. Alberto Pacheco). Disponível na WWW: http://www.teses.usp.br (consultada em 10 de Set. 2007).

ROMANÓ, Elma (2005) – "Adequações em cemitérios buscam conter impactos ambientais comuns a esses estabelecimentos", *in I Seminário Nacional de Engenharia para Cemitérios,* Curitiba (Brasil), 8 - 10 Ago. *Ambientebrasil*. Disponível na WWW: http://www.ambientebrasil.com.br/noticias/index.php3?action=ler&id=20516 (consultada em 18 de Set. 2007).

SERVIÇOS CARTOGRÁFICOS DO EXÉRCITO - *Carta Militar de Portugal, folha n.º 207,* na escala 1/25000, 1984.

SILVA, Lezírio Marques (1998) – "Contaminação do lençol freático pelos cemitérios". *Revista Integração*, Ano IV, **n.º 13**, Maio, pp. 103 – 110. ISSN 1413-6147 versão escrita. Disponível na WWW: http://www.usjt.br/prppg/revista/integracao_13.php (consultada em 12 de Dez. 2007).

SPONGBERG, Alison L.; BECKS, Paul M. (2000) – "Inorganic soil contamination from cemetery leachate", *Water, Air, and Soil Pollution*, **117**, p. 313-327, Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands. Disponível na WWW: http://www.springerlink.com/content/t683u8402xm3h49m/fulltext.pdf (consultada em 10 de Set. 2007).

Gratos pela atenção