

Hidrogeologia da Baixa Pombalina: Construção de SIG e Análise da Evolução dos Níveis Piezométricos.

A. David Silva



Julio Carneiro



Rui de Melo





A Baixa Pombalina, é um local de extrema importância da Capital Portuguesa, quer em termos comerciais quer ao nível de património histórico.

A Câmara Municipal de Lisboa implementou um sistema de monitorização de modo a:

- Avaliar o comportamento evolutivo dos níveis freáticos;
- Obter informação sobre alguns parâmetros hidrogeológicos do sistema aquífero local;
- Verificar a estabilidade ao nível do solo e de alguns edifícios na zona em estudo.

A CML proporcionou um estágio de fim de curso (ERH).

Objectivos

- Elaboração de uma base de dados, a disponibilizar no site *“Lisboa Interactiva”*.
- Construção de um SIG com toda a informação relevante.
- Avaliar de um modo preliminar a evolução dos níveis piezométricos durante o período de monitorização.

Enquadramento Geográfico

ZONA DE ESTUDO

- Área- 0,4 km²
- Altimetria - entre os 3 m, na zona junto do rio, e os 15 m, na zona da Praça dos Restauradores.

Abrange:

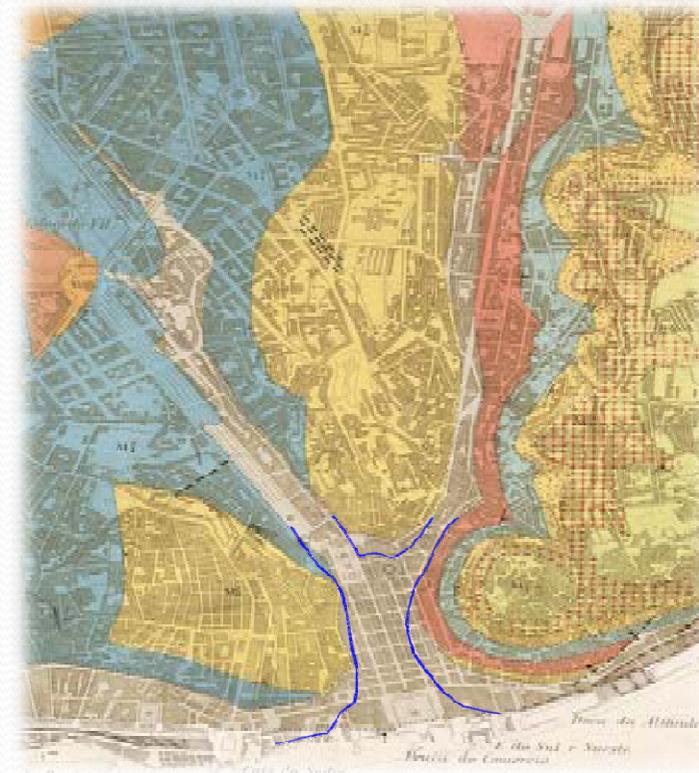
- i) a sul, uma faixa paralela ao Rio Tejo
- ii) uma faixa de largura variável (200 m a 300 m) no vale entre a colina do Castelo de S. Jorge e a colina do Bairro Alto.
- iii) uma faixa, que segue o sentido da Av. da Liberdade
- iv) uma faixa, com cerca de 80 a 100 m, seguindo o sentido da Praça Martim Moniz e Av. Almirante Reis.



ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

Do ponto de vista geológico nesta área da cidade existem três unidades fundamentais a considerar:

- **Aterros** - materiais recentes resultantes das várias ocupações antrópicas a que esta zona da cidade esteve sujeita.
- **Complexo Aluvionar** – essencialmente constituído por lodos, areias e mistura de ambos depositados pelas antigas Ribeiras de S. Sebastião e de Arroios.
- **Miocénico** – trata-se do substrato essencialmente constituído por argilas, areias e mistura de ambas. (argilas dos Prazeres e areolas da Estefânia)



Fonte -IGM

Sistema de Monitorização

- Uma malha composta por 56 marcas de superfície a 0,6 m de profundidade, que permite a detecção de eventuais deslocamentos altimétricos da área instrumentada.
- 15 réguas de nivelamento para detectar eventuais deslocamentos verticais em edifícios, seleccionados de acordo com a sua importância, tipo de fundação ou localização.

Marcas

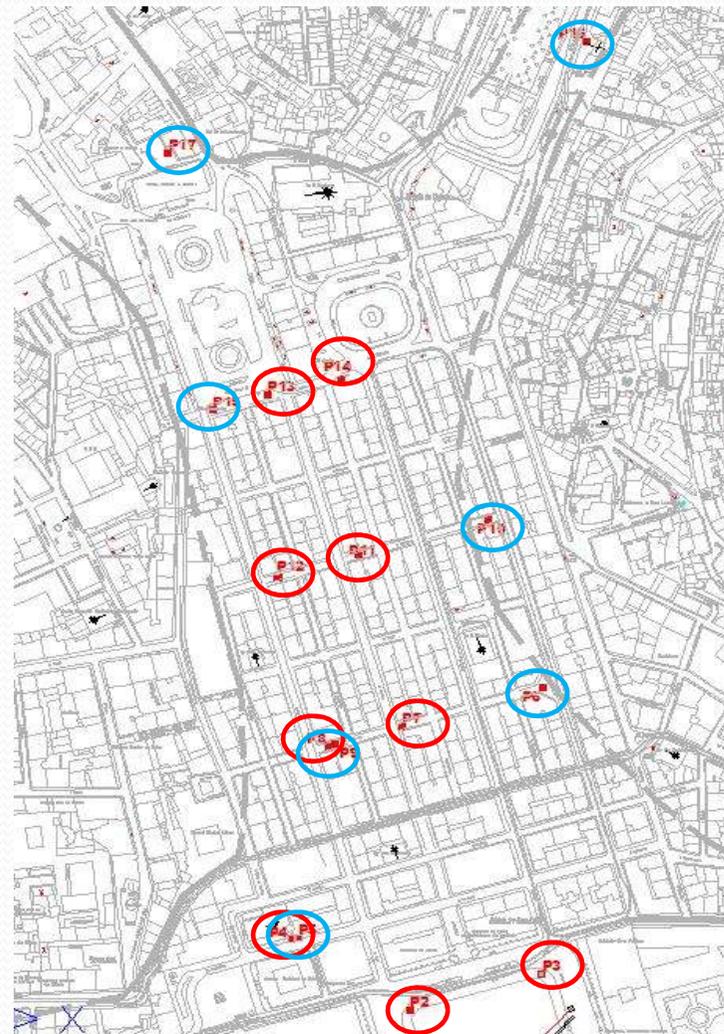
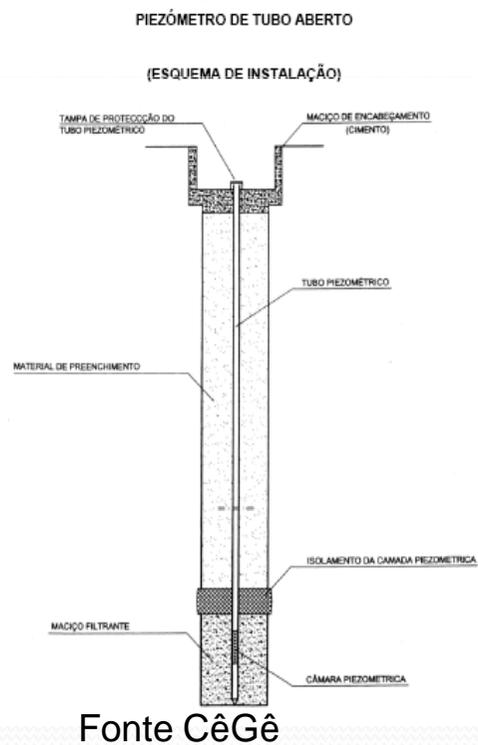


Réguas



Piezómetros

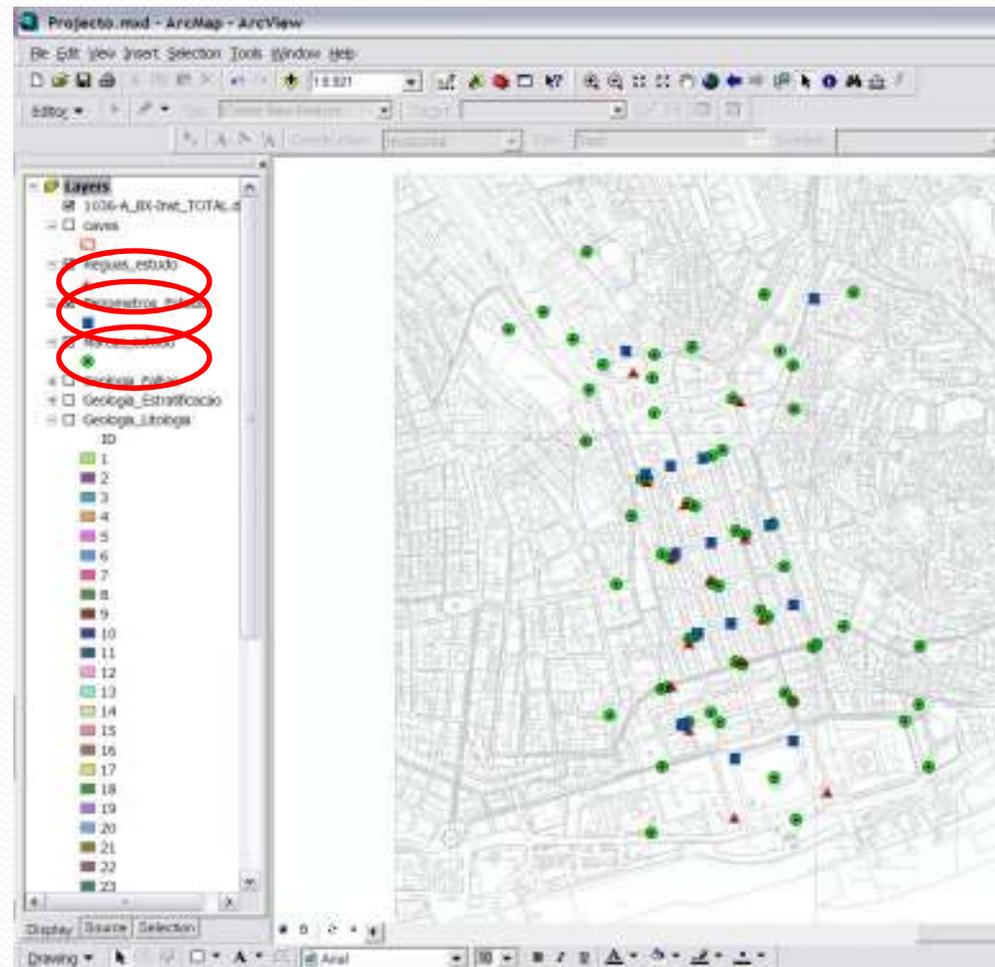
- 16 Piezómetros instalados.
 - 9 na camada Aluvionar.
 - 7 no substrato Miocénico.
- O tipo de piezómetros instalado é simples e de tubo aberto.
- Monitorizados 3 parâmetros:
 - Piezometria
 - Cond. eléctrica
 - Temperatura



Projecto SIG

Construídas novas “layers” referentes à localização dos postos de medição no programa ArcGIS:

- Réguas
- Piezómetros
- Marcas



Projecto SIG

- A cada campo geográfico criado está associado uma base de dados alfanumérica que engloba toda a informação específica de cada componente geográfica.

Piezometria

- Data
- variação dos níveis
- Condutividade
- Temperatura

Marcas

- data
- leitura
- variação acumulada

Reguas

- data
- Leitura
- variação acumulada

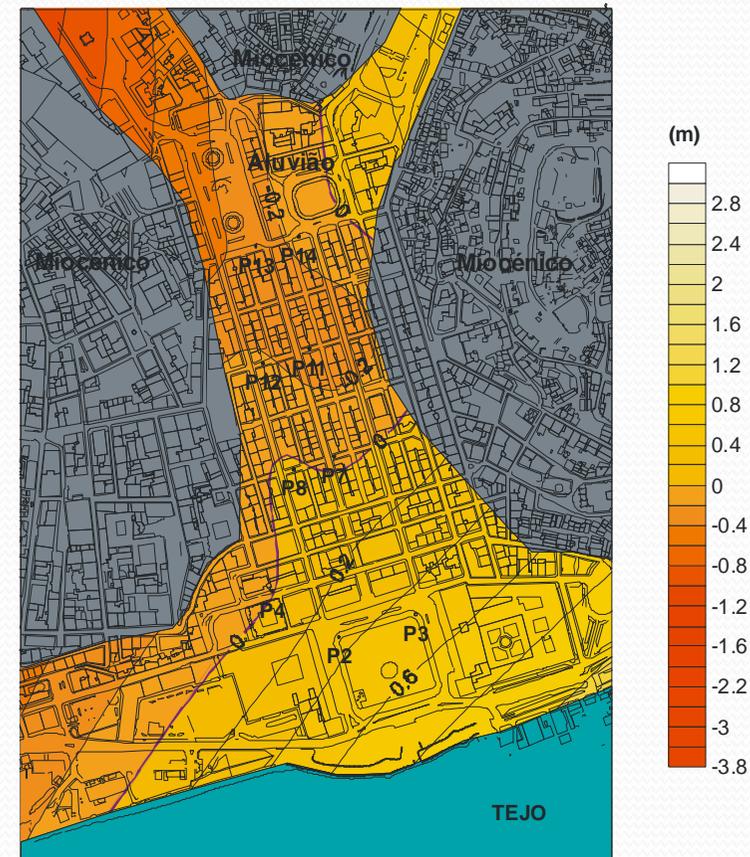
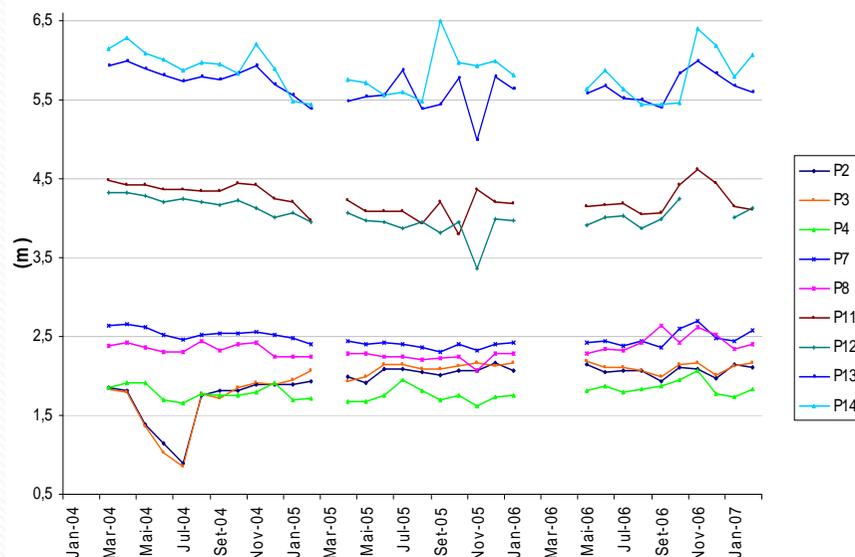
Campos existentes na base de dados referente ao campo “Marcas”

| codsig | local | n_policia | idtipo | desc_freguesia | descricao | website | fonte | observações |
|--------|--|-----------|--------|----------------|-----------|---------|-------|-------------|
| M1 | Cais das Colunas | | | S. Nicolau | | | CML | |
| M2 | Av. Ribeira das Naus, junto Min. da Marinha | | | S. Nicolau | | | CML | |
| M3 | Av. Infante D. Henrique (Campo das Cebolas) | | | Madalena | | | CML | |

Evolução global da piezometria

Níveis aluvionares

- Influência do rio Tejo nos piezómetros mais a jusante.
- Decréscimo dos níveis nos piezómetros mais a montante.
- Notório o período de seca que afectou a zona nos anos 2004 e 2005 com recuperação no ano seguinte.

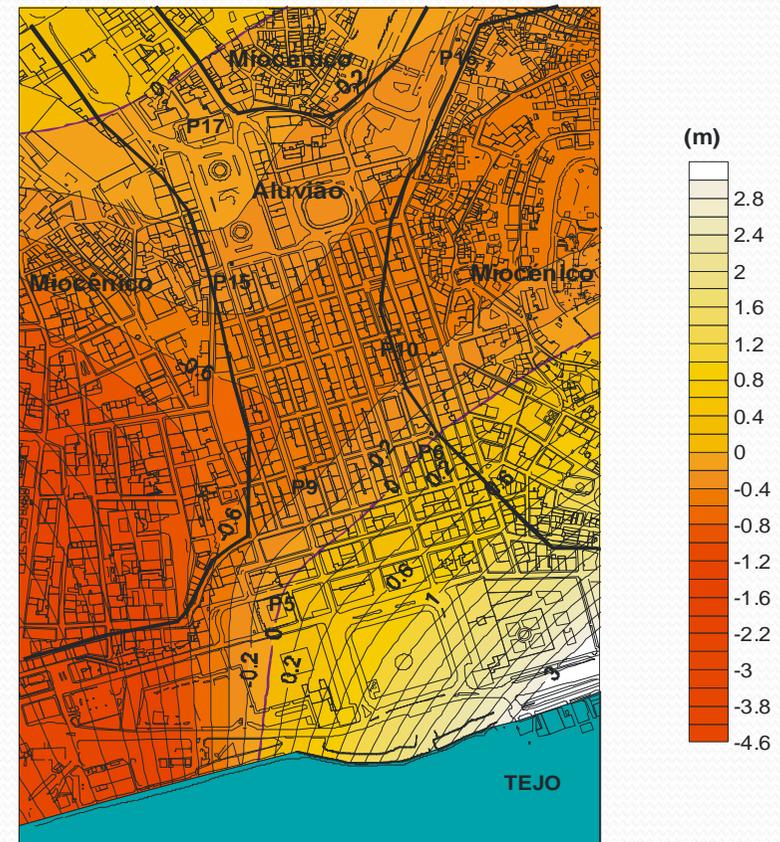
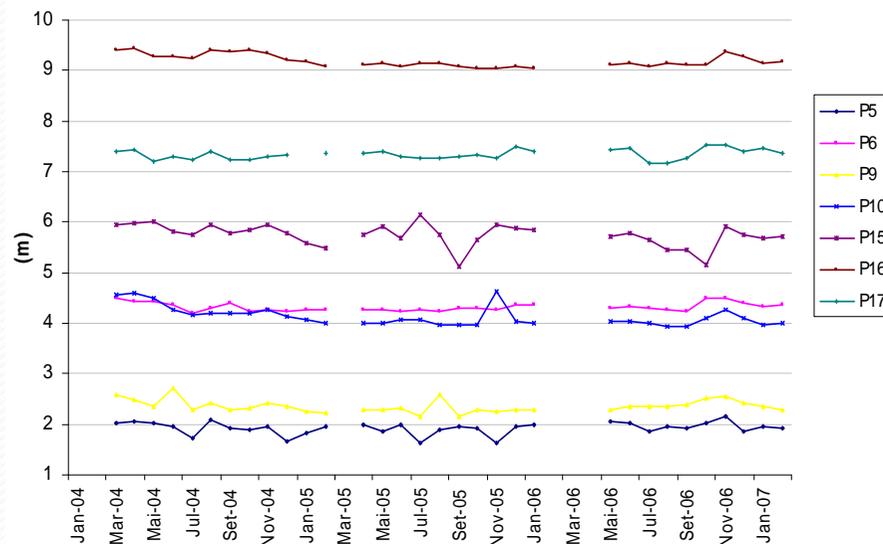


Variação do nível freático nas Aluviões entre 30 de Março 2004 e 26 de Fevereiro de 2007

Evolução global da piezometria

Substrato Miocénico

- Quase todos os piezómetros apresentam um decréscimo no nível piezométrico.
- Não é possível verificar qualquer tipo de sazonalidade.
- Do mesmo modo que não se torna perceptível a influência da pluviosidade nos níveis piezométricos.



Variação do nível freático no Miocénico entre 30 de Março 2004 e 26 de Fevereiro de 2007

Correlação entre variáveis em cada piezómetro

- Avaliados três parâmetros:
 - Piezometria
 - Condutividade eléctrica
 - Temperatura
- Os coeficientes de correlação entre os parâmetros em cada piezómetro variam:
 - Entre os 0,5% verificados entre a temperatura e a condutividade do piezómetro P7
 - E os 62% verificados entre a piezometria e a temperatura do piezómetro P10.
- Os coeficientes de correlação obtidos são demasiado baixos, não sendo possível clarificar qualquer tipo de observações de relevância.

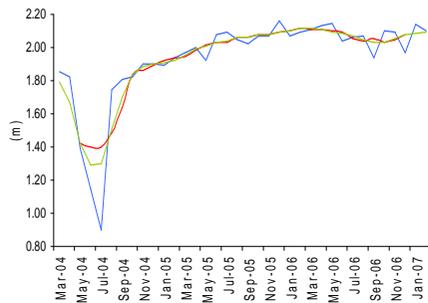
Séries Temporais

- Avaliou-se a existência de possíveis tendências na variação dos níveis piezométricos.
- Utilização do programa *Statistic 7*
 - Método das médias móveis com uma amplitude de 5 meses.
 - Processo de suavização com ajuste feito pelo *Statistic 7*.

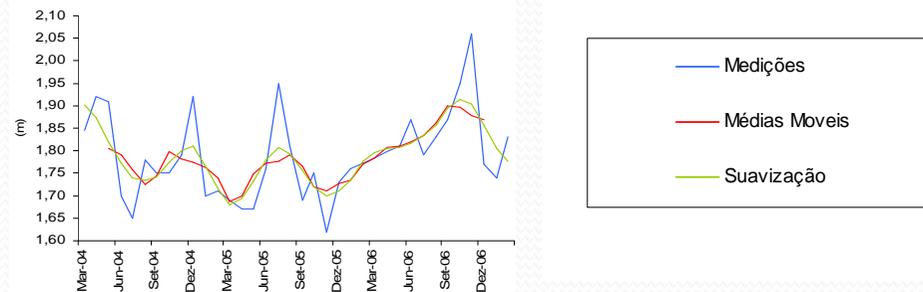
Séries Temporais

- Os piezómetros P2 e P3 apresentam uma evolução crescente dos níveis hídricos, embora numa fase inicial, sejam notório rebaixamentos muito elevados.
- Nos piezómetros P4 e P5 verificam-se várias oscilações bem delineadas, não podendo estas serem identificadas como sazonais devido ao curto período de cada ciclo.

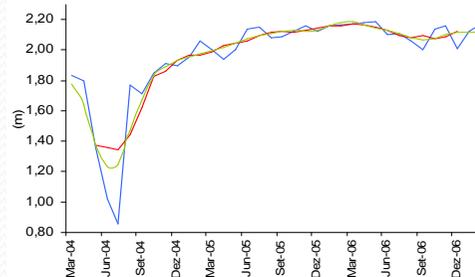
P2



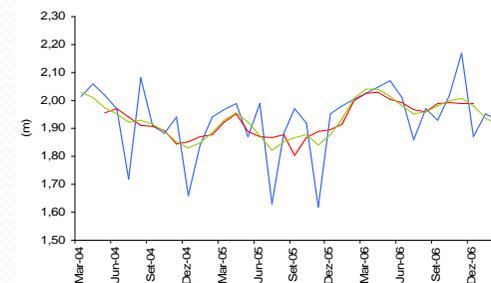
P4



P3



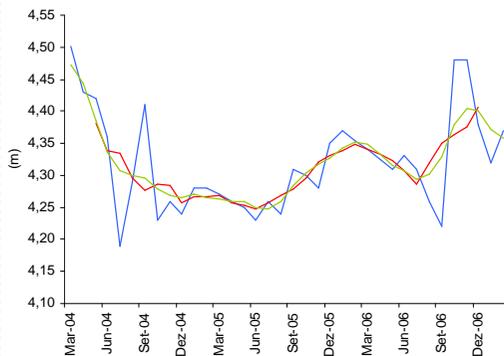
P5



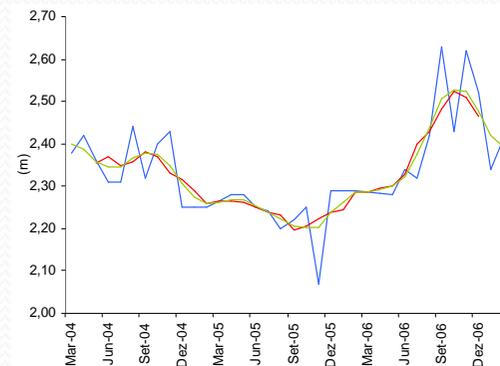
Séries Temporais

- Nos piezómetros P6, P7 e P8 está evidente um período de seca que existiu durante os anos de 2004 e 2005, verificando-se depois uma recuperação no final de 2006.
- Da análise gráfica é visível um aumento consistente dos níveis freáticos no último trimestre de 2006, todavia, no início de 2007, inverte-se a tendência dos níveis.

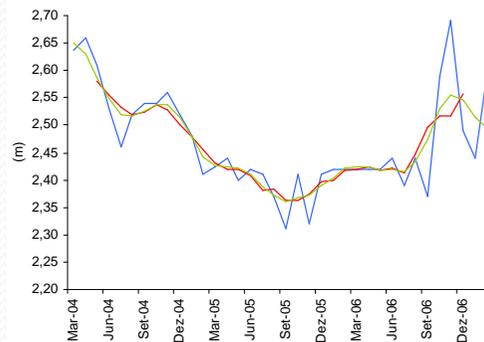
P6



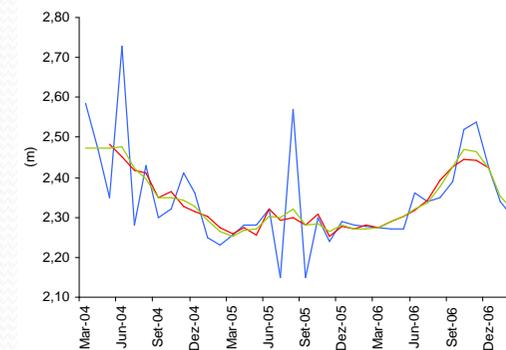
P8



P7



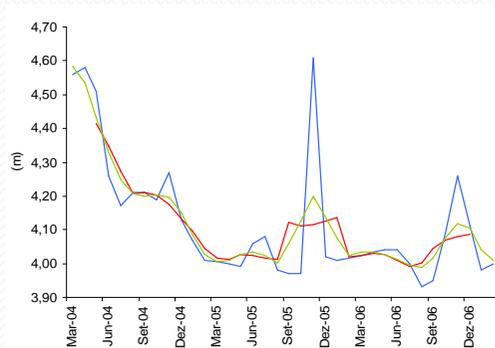
P9



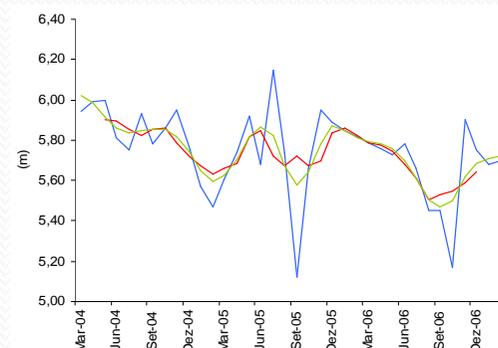
Séries Temporais

- O piezômetro P10 apresentou um rebaixamento dos níveis, que estabilizou e não apresentou recuperação até ao final do período de monitorização.
- É notório que é no piezômetro P14 onde se melhor se observa o efeito sazonal.
- No piezômetro P15 verifica-se uma tendência anómala, sendo este o único piezômetro que apresenta uma tendência negativa
- O piezômetro P17 é o unico piezometro que apresenta um aumento dos niveis piezométricos.

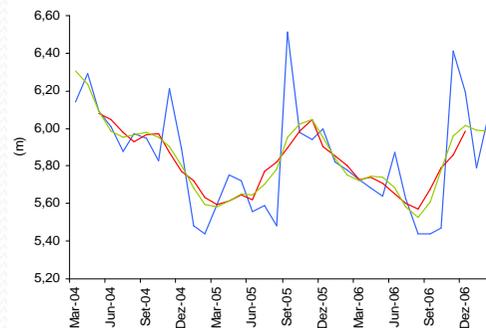
P10



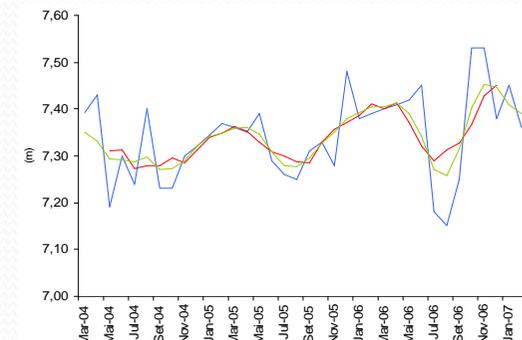
P15



P14

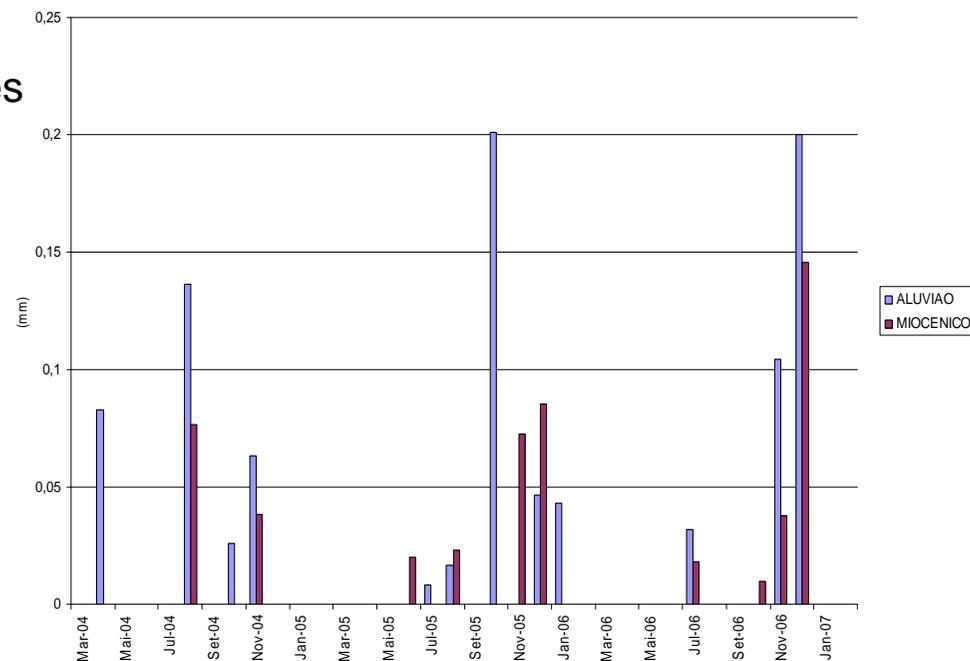


P17



Recarga média através do método dos Volumes saturados

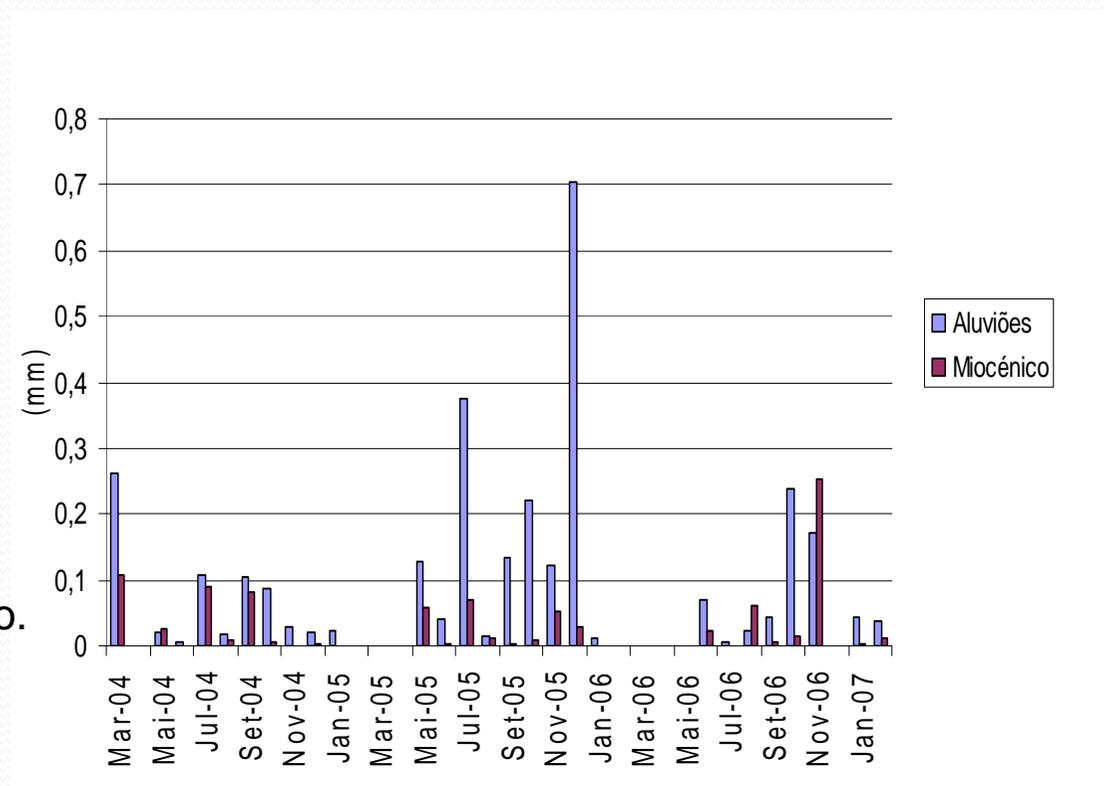
- Apenas se quantificaram as variações positivas dos níveis piezométricos.
- Verificou-se uma recarga mais elevada na camada aluvionar.
- Evidente os períodos invernosos.



Recarga média diária em cada formação hidrogeológica através do método dos volumes saturados (mm/dia).

Recarga média através do Método do Limnigrama

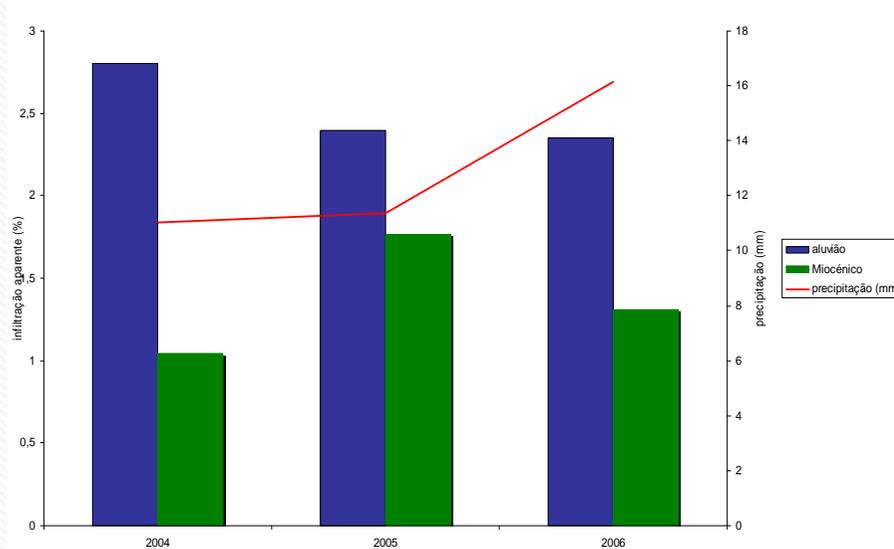
- Três períodos de recarga evidentes.
- Maior recarga na camada aluvionar.
- Valores mais baixos neste método.



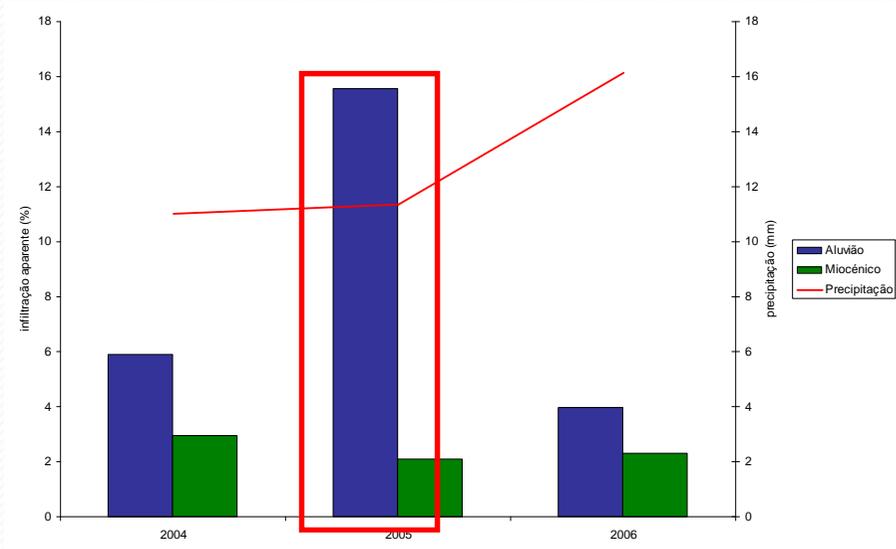
Recarga média mensal existente calculada através do Método do Limnigrama (mm/dia).

Taxa de Infiltração aparente

- Para evitar desfasamentos temporais determinou-se a taxa de infiltração aparente anual.



Taxa de Infiltração aparente pelo Método da Variação dos Volumes Saturados



Taxa de Infiltração aparente pelo Método do Limnigrama.

- Obteve-se valores não superiores a 5% excepto na camada aluvionar no ano de 2005 através do método do Limnigrama.
- Taxas mais elevadas na camada aluvionar em ambos os métodos.

Conclusões

- Os piezómetros situados mais a jusante estarão mais dependentes do nível do Rio Tejo e da recarga indirecta que ocorre na própria zona.
- Inexistência de qualquer tipo de correlação entre os parâmetros físico-químicos monitorizados nos piezómetros.
- Alguns piezómetros registam uma tendência para a diminuição do nível piezométrico.
- Através da análise de séries temporais, verifica-se que alguns piezómetros apresentam um comportamento sazonal.
- As variações verificadas nos piezómetros dependem da ocorrência da precipitação, todavia julga-se que as perdas nas condutas desempenham também um papel relevante
- Para melhorar o sistema de monitorização, seria pertinente a instalação de um sistema monitorização contínua.



FIM

Agradecimentos:

Ao instituto de Meteorologia

À Câmara Municipal de Lisboa.