

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

A. David Silva

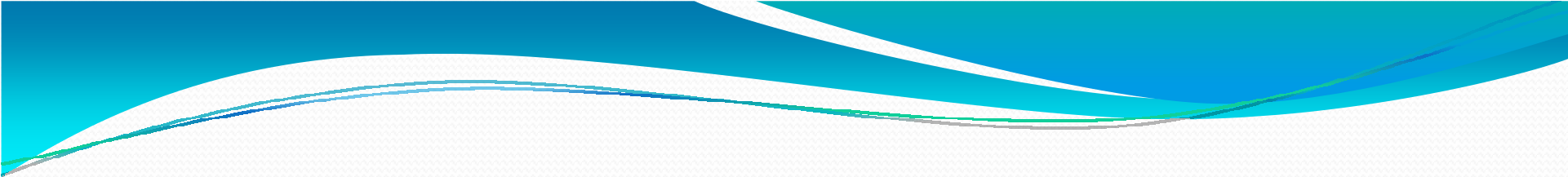


Julio Carneiro



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.

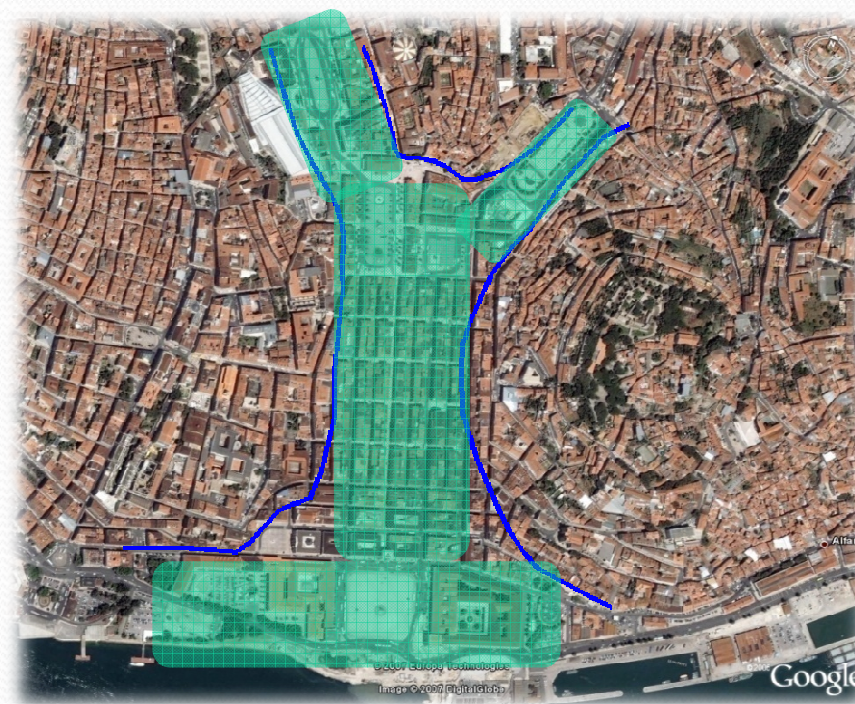
Enquadramento Geográfico

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:

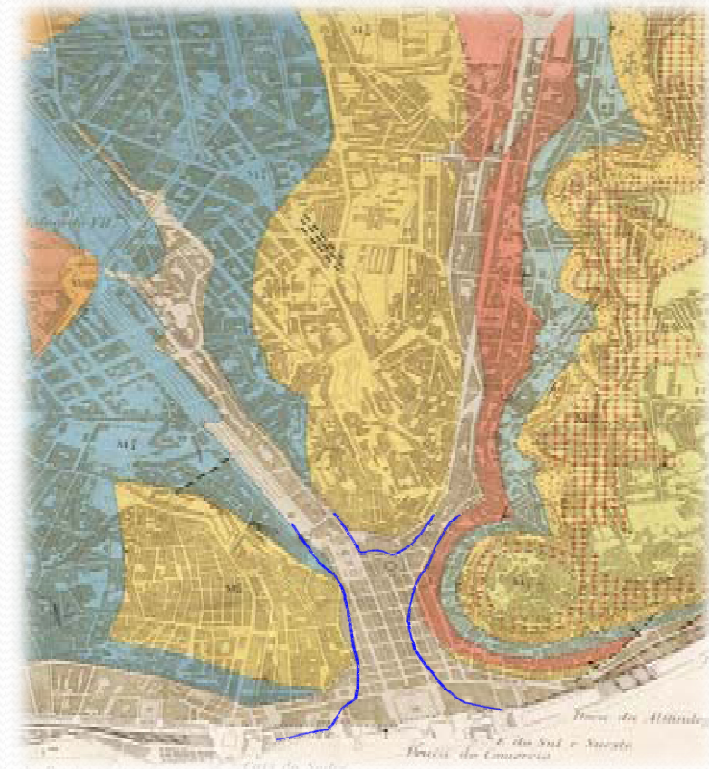
- i) a sul, uma faixa paralela ao Rio Tejo
- ii) uma faixa de largura variável (200 m a 300 m) no vale entre a colina do Castelo de S. Jorge e a colina do Bairro Alto.
- iii) uma faixa, que segue o sentido da Av. da Liberdade
- iv) uma faixa, com cerca de 80 a 100 m, seguindo o sentido da Praça Martim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



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

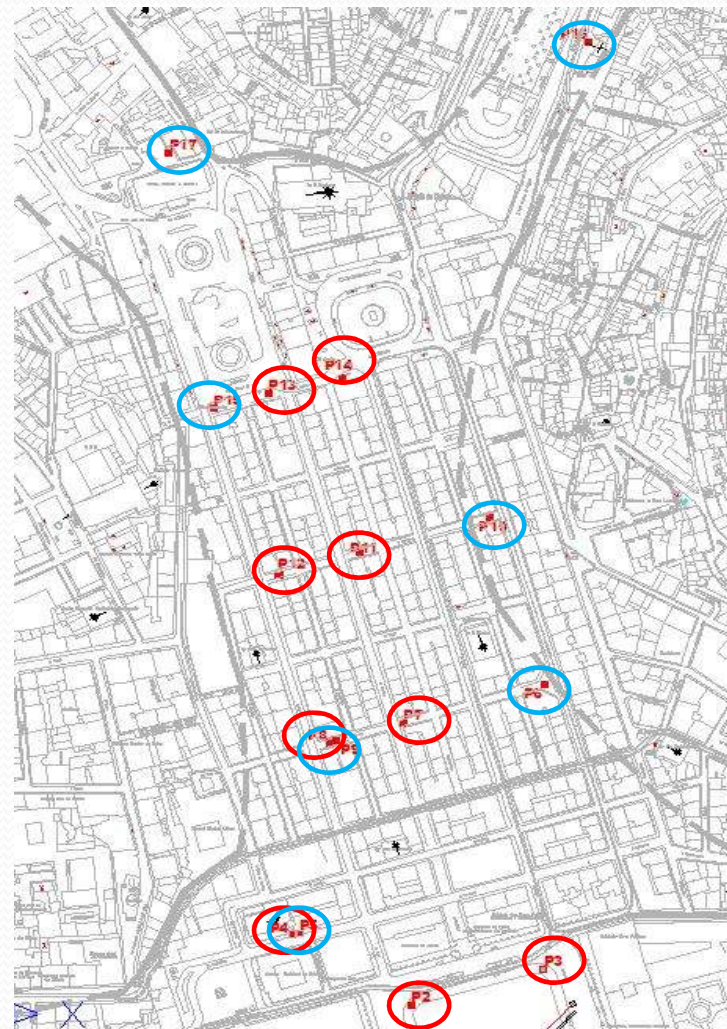
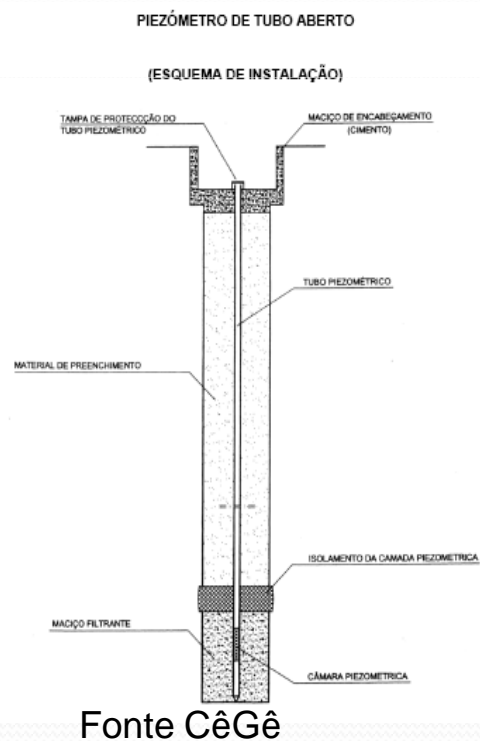


Réguas



Piezómetros

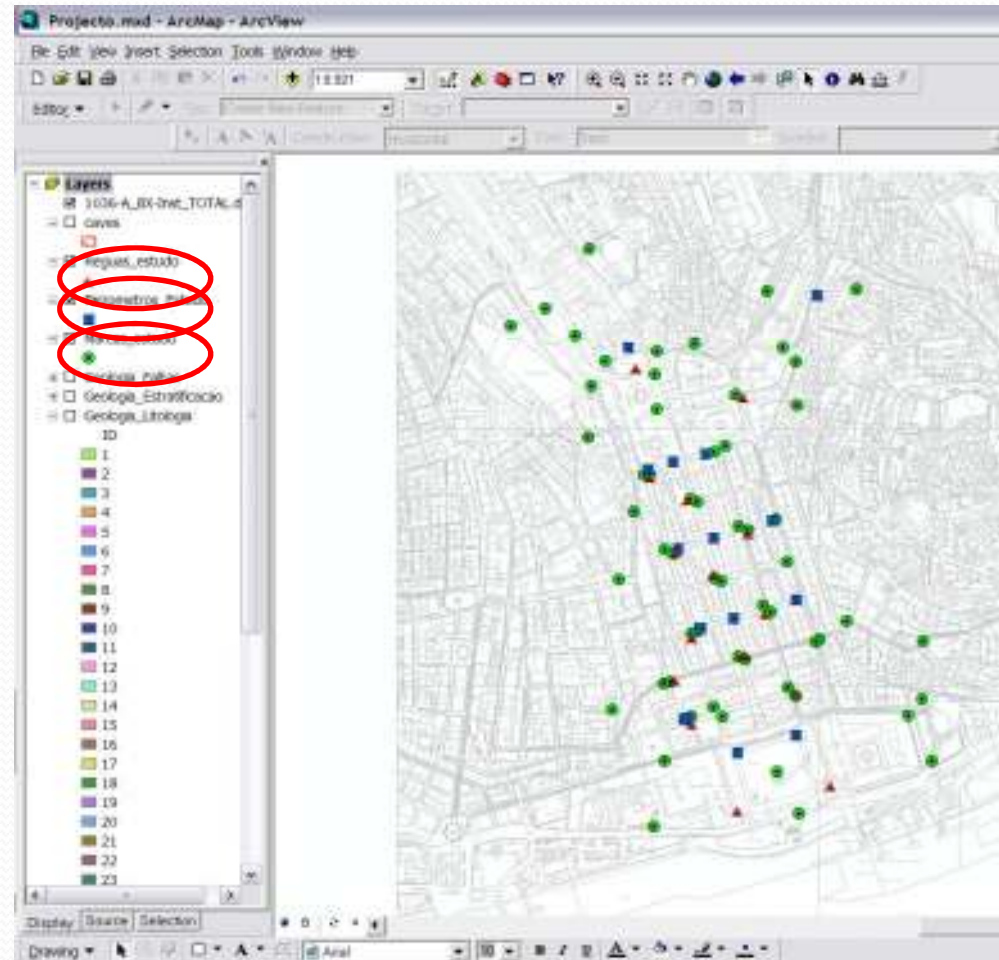
- 16 Piezómetros instalados.
 - 9 na camada Aluvionar.
 - 7 no substrato Miocénico.
- O tipo de piezómetros instalado é simples e de tubo aberto.
- Monitorizados 3 parâmetros:
 - Piezometria
 - Cond. eléctrica
 - Temperatura



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

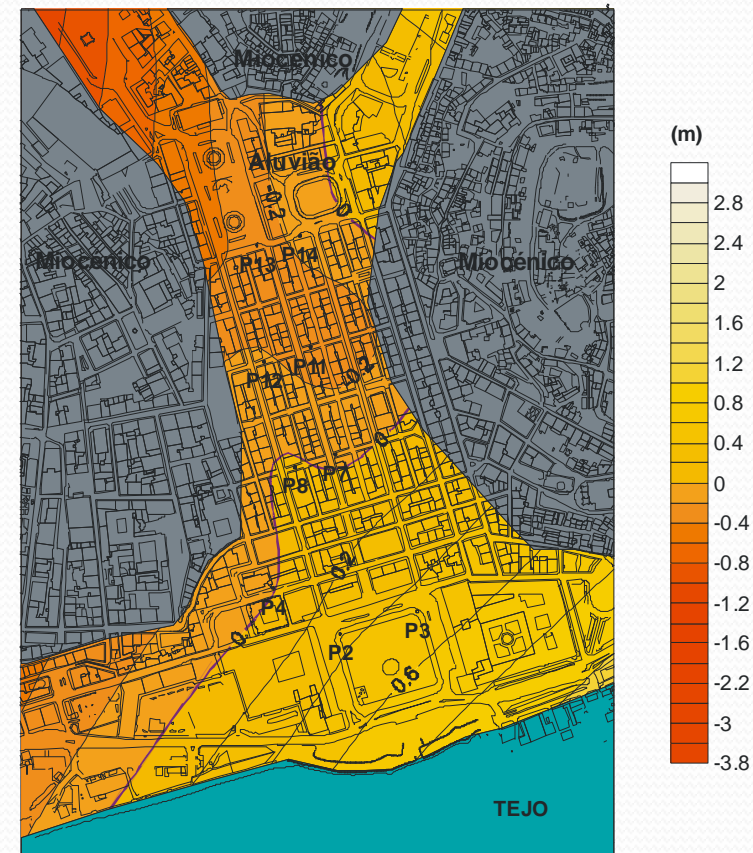
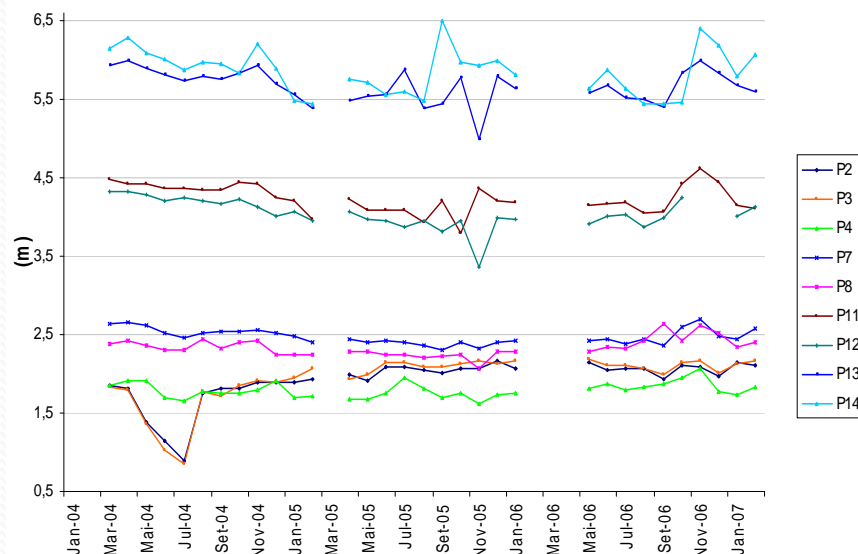
Campos existentes na base de dados referente ao campo “Marcas”

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.

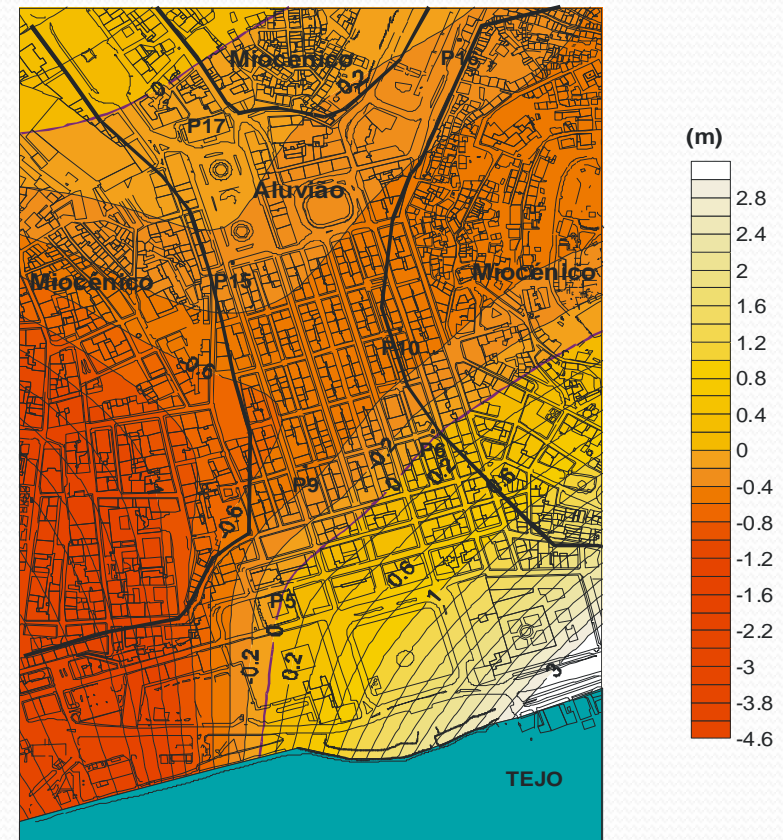
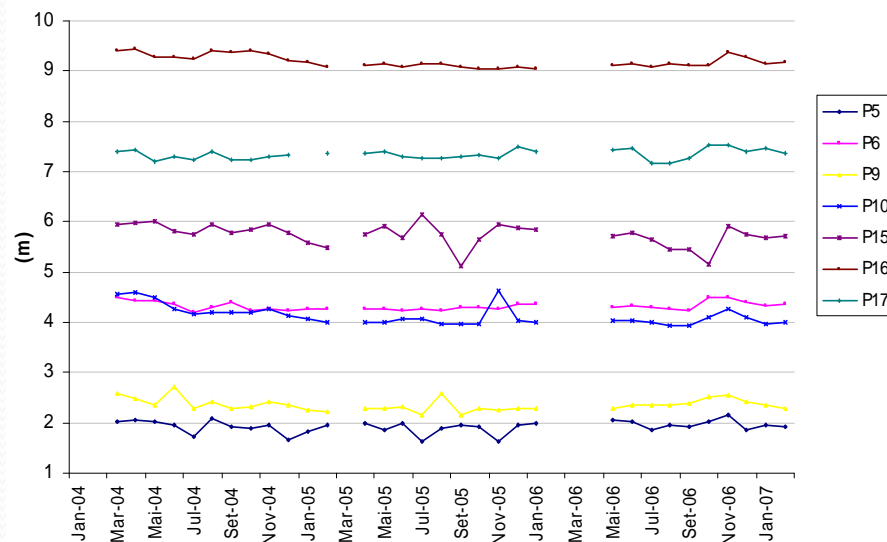


Variação do nível freático nas Aluviões entre 30 de Março 2004 e 26 de Fevereiro de 2007

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.

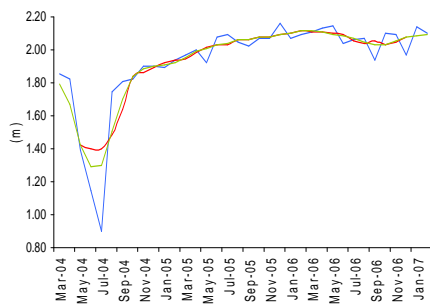
Séries Temporais

- 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*.

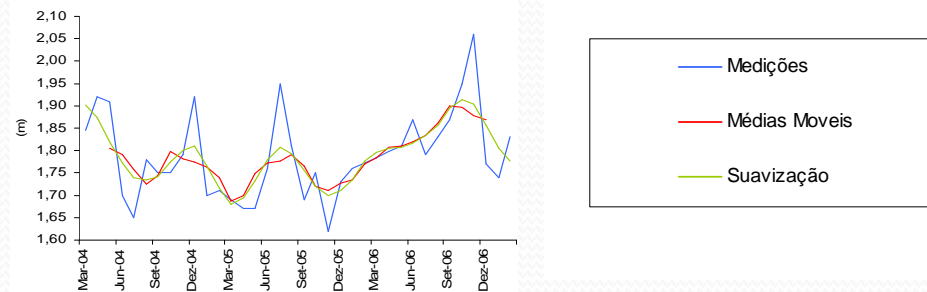
Séries Temporais

- 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.

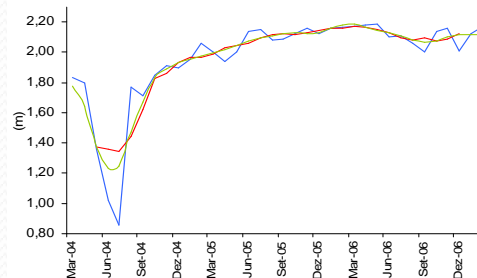
P2



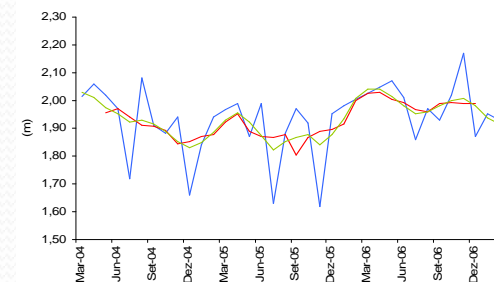
P4



P3



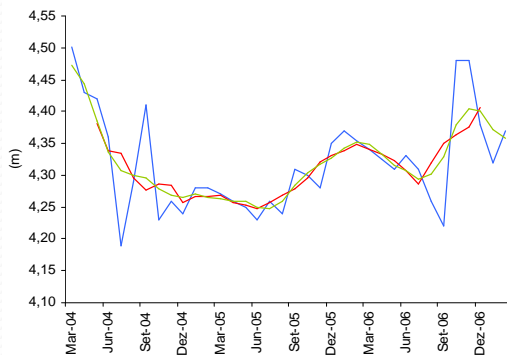
P5



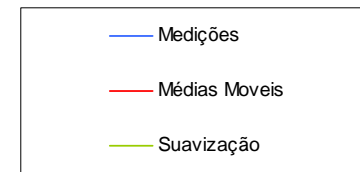
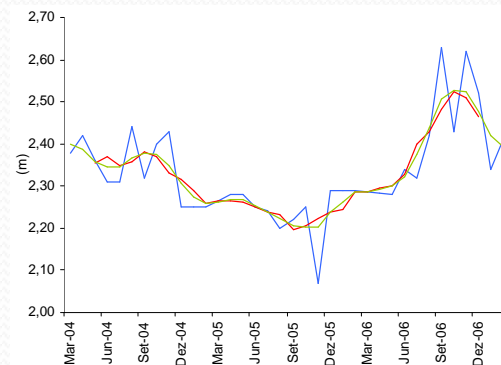
Séries Temporais

- 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



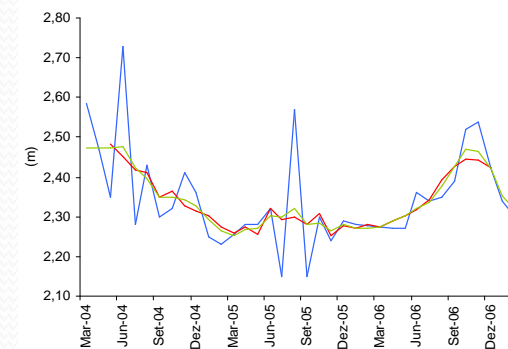
P8



P7



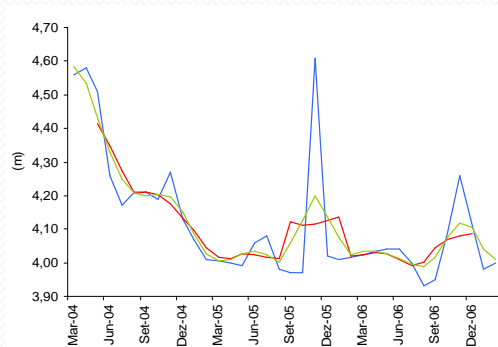
P9



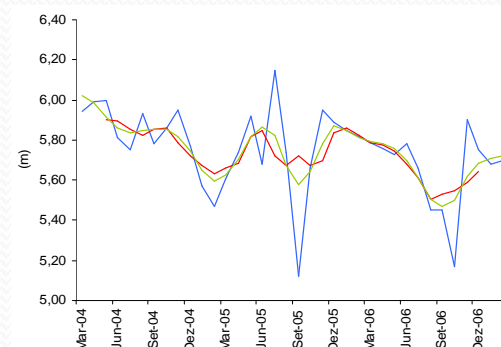
Séries Temporais

- 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



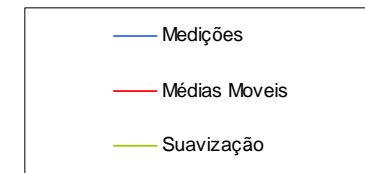
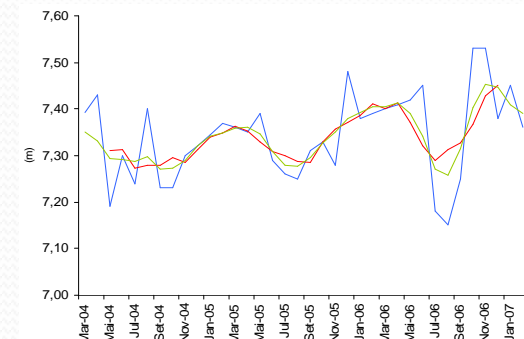
P15



P14

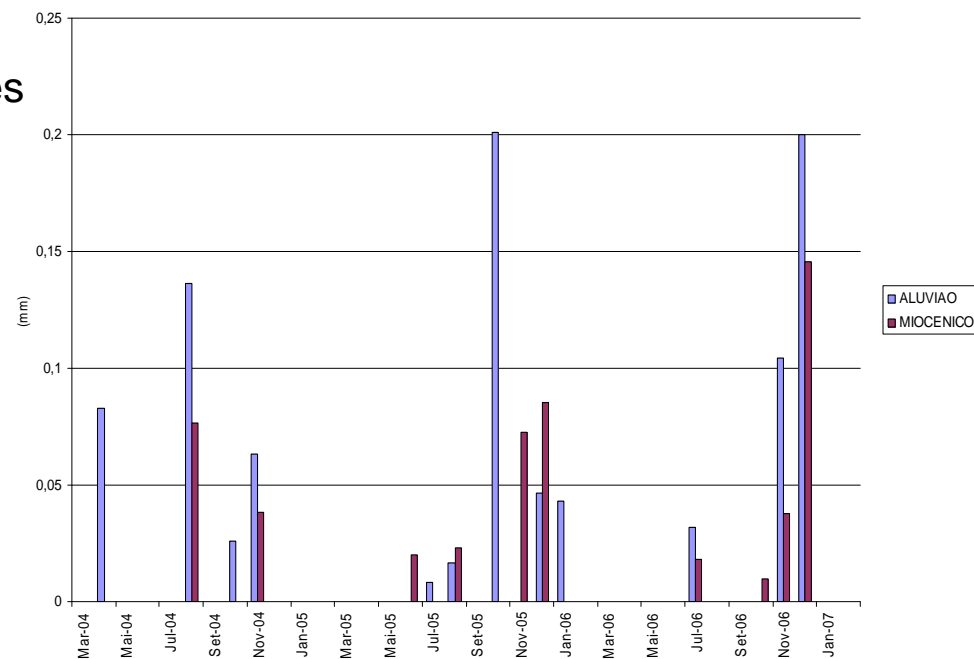


P17



Recarga média através do método dos Volumes saturados

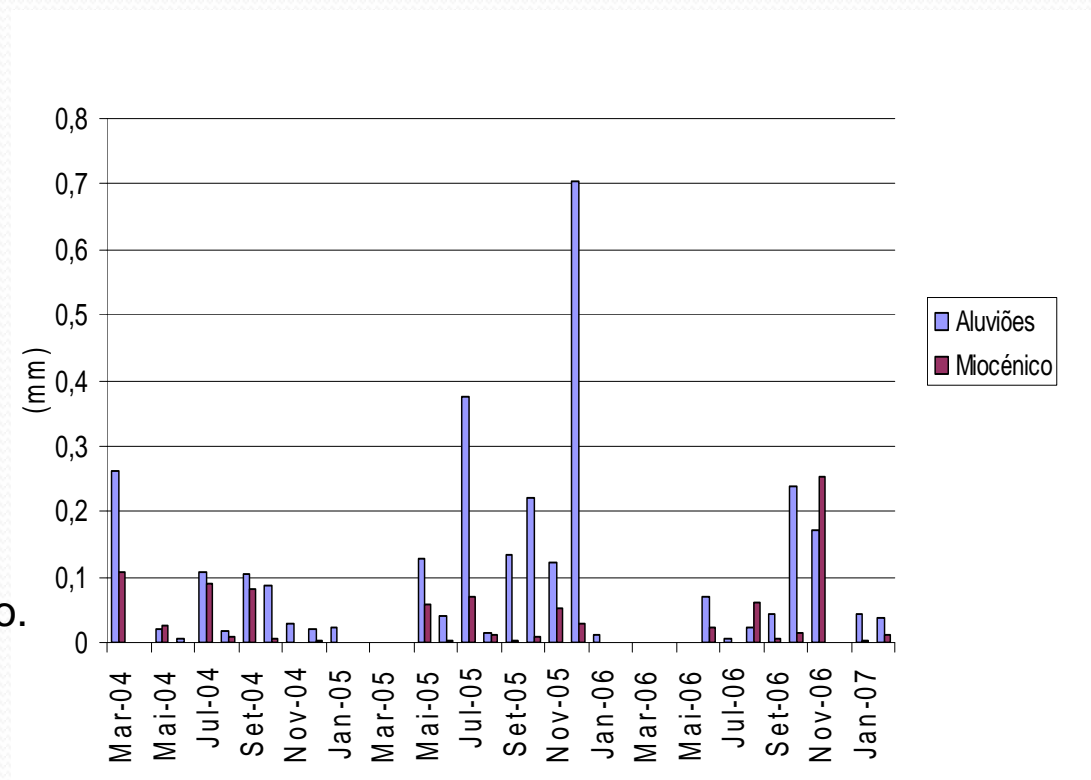
- Apenas se quantificaram as variações positivas dos níveis piezométricos.
- Verificou-se uma recarga mais elevada na camada aluvionar.
- Evidente os períodos invernosos.



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

Recarga média através do Método do Limnigrama

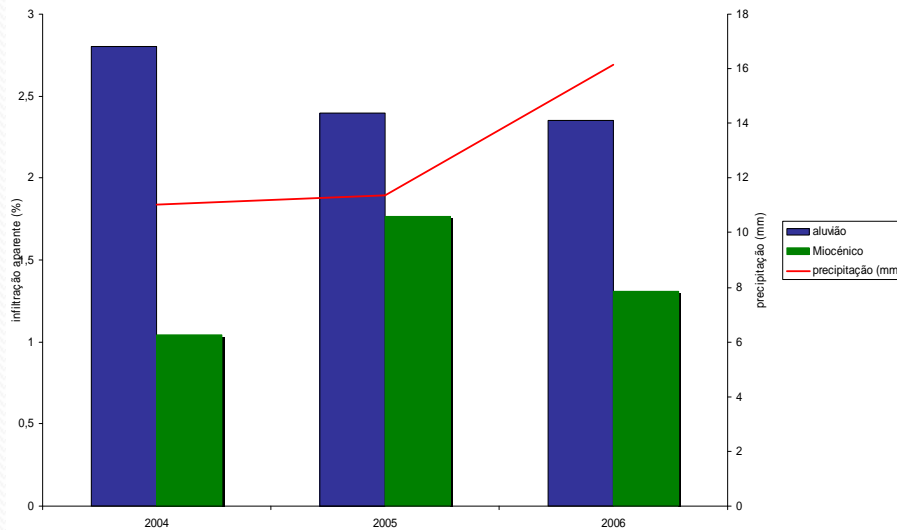
- Três períodos de recarga evidentes.
- Maior recarga na camada aluvionar.
- Valores mais baixos neste método.



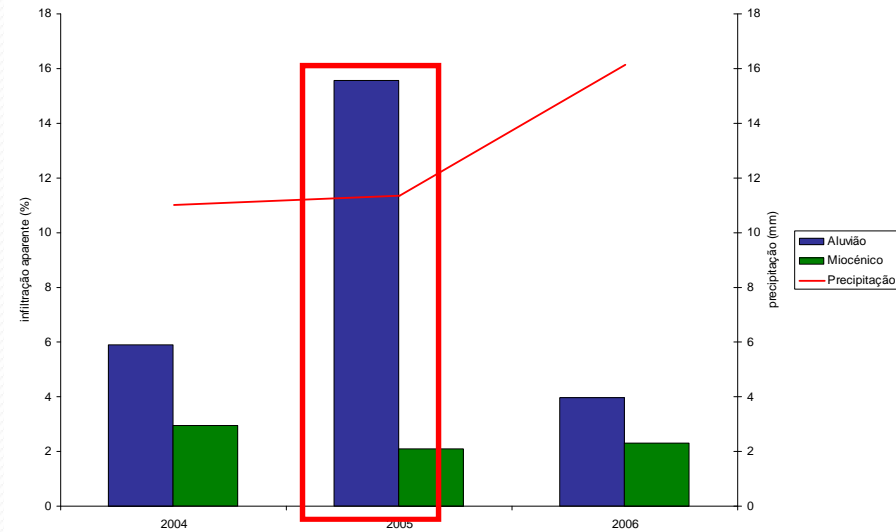
Recarga média mensal existente calculada através do Método do Limnigrama (mm/dia).

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.