

## SUBSIDÊNCIA DE TERRENOS DEVIDO À EXTRAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

João Paulo LOBO FERREIRA<sup>1</sup>, Luís G. S. OLIVEIRA<sup>2</sup> e Sandra HELENO<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Doutor em Engenharia Civil, Núcleo de Águas Subterrâneas, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, lferreira@lnec.pt

<sup>2</sup> Mestre e Engenheiro do Ambiente no Núcleo de Águas Subterrâneas, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, loliveira@lnec.pt

<sup>3</sup> Doutora em Engenharia Física Tecnológica, Investigadora – Coordenadora do projeto SUBSIn, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1, 1049-001 Lisboa, sandra.helena@ist.utl.pt

**Palavras-chave:** Subsidência de terrenos; Risco e segurança no espaço urbano; Ordenamento, ambiente e habitabilidade; Extração de água subterrânea.

**RESUMO ALARGADO:** A subsidência de terrenos é um problema com dimensão mundial (e.g. Cidade do México, com elevada velocidade de subsidência, Xangai, Veneza, etc.), sendo uma das suas principais causas a exploração não sustentável de água dos sistemas aquíferos.

O presente artigo relata os trabalhos realizados para a componente de águas subterrâneas do projeto “SUBSIn - Utilização do InSAR na deteção e caracterização de subsidência e deslizamentos do solo na região de Lisboa” ([http://www.lnec.pt/organizacao/dha/organizacao/dha/nas/estudos\\_id/pdf/Site\\_SUBSIn.pdf](http://www.lnec.pt/organizacao/dha/organizacao/dha/nas/estudos_id/pdf/Site_SUBSIn.pdf)), financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia e desenvolvido no Núcleo de Águas Subterrâneas do Laboratório Nacional de Engenharia Civil e Instituto Superior Técnico. A Figura 1, retirada de Heleno *et al.* (2008), representa as velocidades médias PSInSAR (mais de 350 000 pontos) para o período 1992-2006 e processados pela agência ALTAMIRA para a zona da Grande Lisboa.

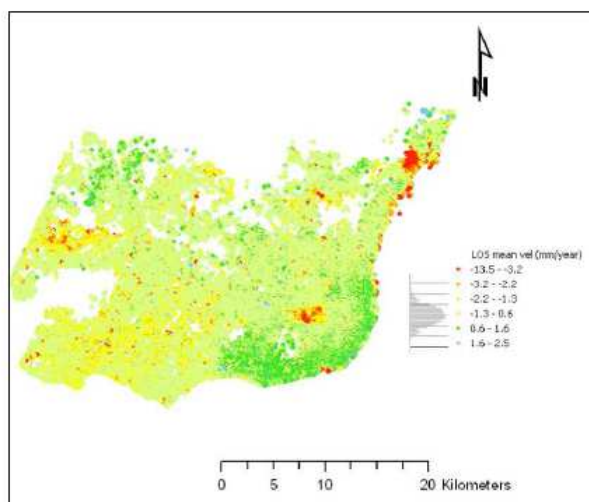


Figura 1 – Mapa da velocidade de movimentos verticais do solo em Lisboa pelo método PSInSAR (Agência ALTAMIRA, período 1992-2006) (retirado de Heleno *et al.*, 2008)

O caso de estudo da zona industrial de Vialonga (A NE na Figura 1) apresenta velocidades máximas de subsidência de 27 mm/ano (de 1992 a 2006, valores obtidos em PSInSAR no âmbito do serviço pan-europeu GMES-TerraFirma) como resultado da exploração de água subterrânea e de características geológicas desfavoráveis. O estudo desenvolvido no LNEC pela componente de águas subterrâneas do projeto SUBSIn permitiu uma boa caracterização, análise e modelação do caso de estudo em Vialonga (cf. Oliveira *et al.*, 2010).

A subsidência do terreno apresenta dois problemas maiores à sua resolução: a) por um lado é um problema que pode ser irreversível e que não apresenta uma solução única adequada mas que permite a implementação cientificamente baseada de medidas de mitigação e b) por outro lado, a compressão do material geológico não cessa assim que é interrompida a pressão por parte do rebaixamento do nível da água. Dessa forma uma medida de mitigação proposta pelo LNEC foi a aplicação de recarga artificial por injeção na área afetada, de forma a fazer com que o estado de equilíbrio estrutural do material geológico seja atingido antecipadamente (cf. Oliveira et al., 2010). Tendo em conta o exposto foram modelados quatro cenários futuros (até 2015). A Figura 2 exemplifica os resultados obtidos com a corrida do modelo para três cenários de aplicação de medida de mitigação.

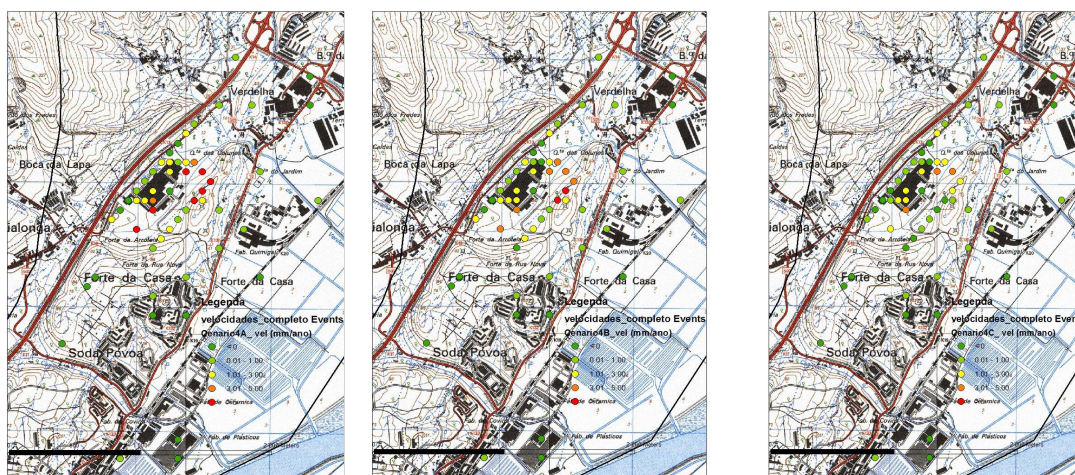


Figura 2 – Resultado das velocidades de subsidência (em mm/ano) dos cenários futuros com aplicação recarga artificial por injeção (A, B e C)

Como conclusões e recomendações destacam-se:

- Os valores de subsidência modelados são aproximadamente iguais aos valores obtidos por PSInSAR. De destacar que os valores PSInSAR são valores de subsidência medidos diretamente e os valores modelados são indiretos e dependem muito do grau de rigor dos dados usados no modelo;
- A subsidência abranda, naturalmente, com a modelação da paragem total da extração;
- Os resultados dos cenários modelados para as medidas de recarga artificial (a profundidades criteriosamente seleccionadas) permitem concluir que, a médio prazo, os efeitos adversos originados pela subsidência podem ser minorados, sugerindo-se que sejam as medidas de recarga artificial as consideradas prioritárias para uma análise mais pormenorizada.
- Destaca-se que o estudo efetuado pela componente das águas subterrâneas do projeto SUBSIn, permitirá auxiliar outros estudos ou projetos que envolvam a modelação de subsidência de terrenos devido à exploração não sustentável de água subterrânea.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HELENO, S., LOUREIRO, A., FONSECA, J., MATOS, J., CARVALHO, J., COOKSLEY, G., FALCÃO, A. P. e FERRETTI, A. (2008) - "Detection Of Ground Motion In The Lisbon Region With Persistent Scatterer Interferometry (Psi)", 13th FIG Symposium on Deformation Measurement and Analysis e 4th IAG Symposium on Geodesy for Geotechnical and Structural Engineering, Lisboa, 12-15 Maio.

OLIVEIRA, L.G.S., LOBO FERREIRA, J.P., SILVA, S. I. N. H. (2010) - "SUBSIn – utilização do InSAR na detecção e caracterização de subsidência e deslizamentos do solo na região de Lisboa: componente águas subterrâneas: Segundo relatório de progresso referente à análise DPSIR e à modelação de subsidência do caso de estudo em Vialonga". Relatório 6/2010-NAS, 47 pp.