

Avaliação da profundidade das raízes das árvores e do nível piezométrico no Jardim Botânico de Lisboa

Maria Paula MENDES¹, Ana Paula FALCÃO¹, Nuno AFONSO¹, Miguel ESTEVES², Maria Catarina PAZ³

¹ CERIS, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Avenida Rovisco Pais 1 Lisboa, Portugal, mpaulamendes@tecnico.ulisboa.pt, ana.p.falcao@tecnico.ulisboa.pt, nuno.fnvs.afonso@gmail.com

² Centro de Estudos Geográficos, Instituto de Geografia e Ordenamento do Território da Universidade de Lisboa, R. Branca Edmée Marques, Cidade Universitária, 1600-276 Lisboa, Portugal, m.esteves@ciencias.ulisboa.pt

³ ESTBarreiro e CIQuiBio, Instituto Politécnico de Setúbal, Rua Américo da Silva Marinho, 2839-001 Lavradio, Portugal, catarina.paz@estbarreiro.ips.pt

Resumo

O Jardim Botânico de Lisboa (JBL) foi estabelecido em meados do século XIX, e acolhe cerca de 18.000 espécies de plantas de todo o mundo. Neste jardim existem árvores, que dada a sua raridade, não se conhece a profundidade média dos seus sistemas radiculares. Num lote adjacente ao JBL, localizado a cotas mais elevadas, vão-se proceder a obras que envolvem escavações, sendo necessário estabelecer algumas condições de referência nos dois canteiros mais próximos, nomeadamente, os níveis freáticos para os semestres húmido e seco. Existe também a necessidade de se avaliar se a profundidade das raízes das árvores plantadas nesses canteiros pode chegar ao nível freático.

Para dar resposta a estes dois objectivos foram utilizadas técnicas de geofísica. Especificamente, a tomografia de resistividade elétrica (ERT) e o geo-radar (GPR). O ERT permitiu a aferição da profundidade das raízes das árvores e o GPR foi utilizado para o mapeamento do nível freático. A metodologia aplicada permitiu estabelecer que: (1) a profundidade média do sistema radicular varia aproximadamente entre 2,5 e 3,0 metros e; (2) as raízes das árvores podem atingir o nível freático durante os semestres húmidos e secos.

Palavras-Chave: Jardim Botânico; Água subterrânea; Raízes; Tomografia de resistividade elétrica (ERT); Geo-radar (GPR).

1. Introdução

Inaugurado em 1878, o Jardim Botânico de Lisboa, integrado no Museu Nacional de História Natural e da Ciência (Universidade de Lisboa), é um jardim científico projetado para complementar o ensino e a investigação na área da botânica/ biologia vegetal. Localizado no coração de Lisboa, no distrito do Príncipe Real, este jardim é a casa de uma enorme diversidade de plantas e é particularmente rico em espécies tropicais da Nova Zelândia, Austrália, China, Japão e América do Sul. Em 4 de novembro de 2010, o Jardim Botânico foi classificado como monumento nacional. Árvores de todos os cantos do mundo conseguem prosperar neste jardim, e é por isso que, dada a importância de algumas coleções (nomeadamente palmeiras e cicadáceas), torna-se de suma importância preservar as condições *in situ*.

13.º Seminário sobre Águas Subterrâneas **O papel das águas subterrâneas na sustentabilidade das cidades do século XXI**

Um dos parâmetros fundamentais a avaliar é a profundidade das raízes, que pode ser efectuada, recorrendo-se a abordagens invasivas e não invasivas. A tomografia de resistividade eléctrica (ERT) pode ser uma abordagem interessante para a aquisição de dados, uma vez que a resistência do solo à passagem da corrente eléctrica é sensível ao teor de humidade, densidade, litologia e presença de raízes, sendo realizada com uma perturbação mínima no local (Nijland *et al.*, 2009; Octávio *et al.*, 2020; Vanderborght *et al.*, 2013).

Igualmente importante é o mapeamento do nível da água subterrânea ao longo de um transecto contínuo para a escala dos dois canteiros. Para tal aferição, foi utilizado outra abordagem não invasiva- o geo-radar (GPR)- já que permite o mapeamento da profundidade da água subterrânea a pouca profundidade (Essam *et al.*, 2020; Paz *et al.*, 2017). O GPR utiliza impulsos de radar eletromagnéticos (frequência: 10-1000 MHz) para imagem da subsuperfície.

O trabalho apresentado tinha como objectivo avaliar se as raízes das árvores podem chegar ao nível freático em dois canteiros, durante os semestres seco e húmido. Esta questão é relevante para a salvaguarda das árvores, uma vez que estão a ser planeadas obras de construção que envolvem escavações do solo numa área contígua ao jardim.

2. Enquadramento

No que diz respeito ao clima, Lisboa tem um clima mediterrânico ameno, com um período seco de cinco meses que vai de maio a setembro. Para o período de 2001 a 2021, a temperatura média mais elevada foi medida em agosto (24°C) e a mais baixa em janeiro (12°C). No mesmo período, a precipitação média anual foi de 788 mm. O Jardim Botânico de Lisboa encontra-se inserido numa zona com relevo acidentado e irregular, com vertentes marcadas por fortes declives, a que correspondem variações de altitude bastante elevadas, resultado da sua evolução geomorfológica natural, relacionada com o encaixe dos principais afluentes do rio Tejo e das respetivas linhas de água subsidiárias. Em relação à área em estudo, as altitudes variam entre os ~55 m (junto ao portão da rua da Alegria) e os 67 m, sendo a altitude média em redor dos 59 m. O caminho central, que separa os dois canteiros em estudo, funciona como um eixo longitudinal para a drenagem da água subterrânea (Fig.1). O canteiro 2 tem declives mais acentuados (9,8-13°) do que o canteiro 1 (3,6-6,6°).

Através de sondagens realizadas em 2009 foi possível verificar a existência de um horizonte superior de aterro que corresponde a depósitos de argila arenosa, com fragmentos/blocos de calcário e basalto, restos de fósseis e outros materiais (plástico, madeira, tijolos, etc.). Estes depósitos recentes têm uma espessura variável que atinge profundidades máximas de 10,0 m a 13,5 m. Com uma permeabilidade intersticial, estes depósitos recentes têm alguma aptidão para armazenamento de água sendo recarregados pela precipitação, água proveniente da rega e potenciais fugas nas redes de distribuição de água e esgotos. O escoamento da água subterrânea segue a topografia do

13.º Seminário sobre Águas Subterrâneas
O papel das águas subterrâneas na sustentabilidade das cidades do século XXI

local.

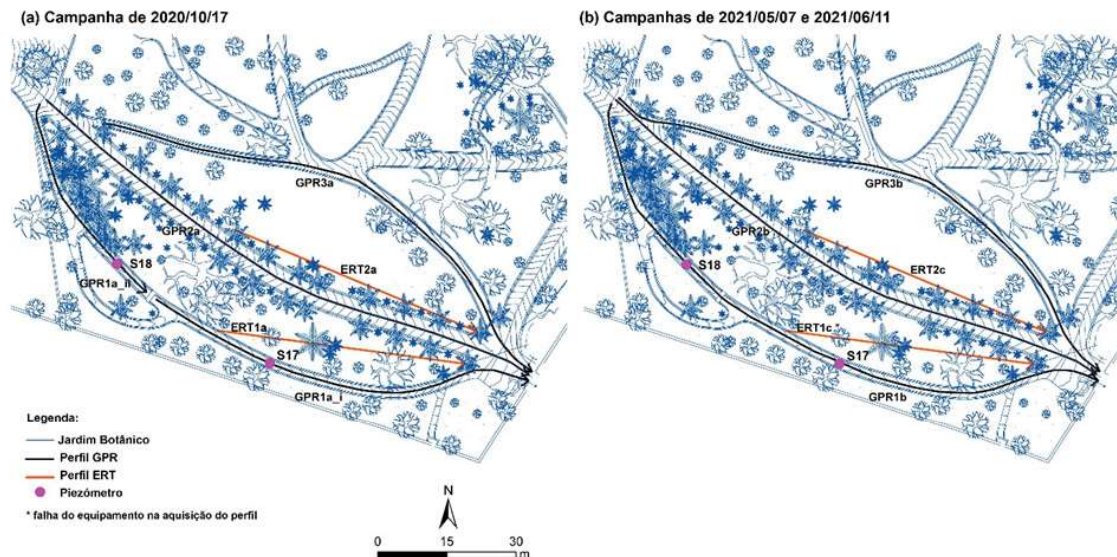


Fig.1- Localização dos perfis de três perfis de GPR e dois perfis de ERT datados de outubro de 2020 (a) e maio e junho de 2021 (b).

A aquisição geofísica foi feita nos dias 17 de outubro de 2020, 7 de maio de 2021 e 11 de junho de 2021. Os dados de GPR foram adquiridos ao longo de três perfis principais, em outubro 2020 e junho 2021, utilizando um sistema GSSI SIR-3000 com uma antena de 200 MHz. Os dados foram processados utilizando o software Reflexw da Sandmeier. Os dados de ERT foram adquiridos ao longo de dois perfis, em 17 de outubro de 2020, utilizando um sistema LIPPMANN 4 point light 10W, com a configuração dipólo-dipólo (Telford *et al.*, 1990), e um espaçamento de elétrodos de 3 m. A inversão de dados foi realizada com o software RES2DINV da Geotomo Software, utilizando a inversão robusta. Para permitir um ajuste topográfico dos perfis GPR e ERT, foi feito um levantamento de trabalho de campo utilizando uma estação total (Leica TCR703) e posicionamento diferencial GNSS (Trimble R3). Todas as coordenadas foram convertidas para o sistema de coordenadas PTM06-ETRS89.

3. Conclusões

Para os três perfis de GPR, os resultados mostraram que o nível da água subterrânea era mais elevado em maio de 2021 do que em outubro de 2020, variando entre os 3 e 2,7 metros, e os 4 e 3 metros, respetivamente (Fig. 2). Estes valores estão em conformidade com trabalhos anteriores que mediram o nível da água subterrânea nos piezômetros e obtiveram a mesma gama de valores. O uso do GPR permitiu determinar o nível freático contínuo a uma escala maior do que seria possível se fossem utilizados dados de sondagens e, consequentes, métodos de interpolação. A utilização da ERT estabeleceu que as raízes das árvores podem chegar à zona saturada, permitindo monitorizar efeitos no nível da água subterrânea relacionados com as obras de escavação.

13.º Seminário sobre Águas Subterrâneas

O papel das águas subterrâneas na sustentabilidade das cidades do século XXI

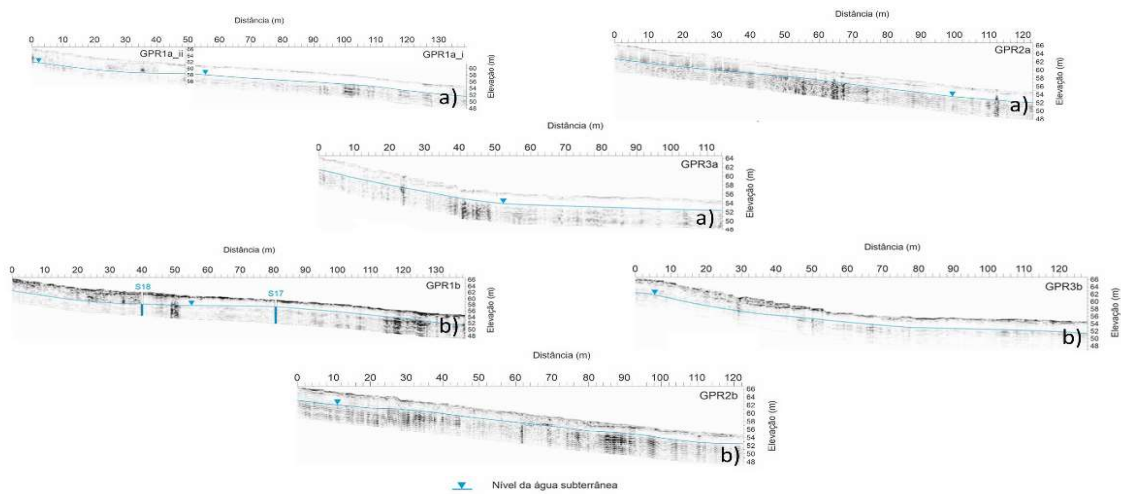


Fig. 2 - Perfis de geo-radar obtidos em 17 de outubro de 2020 a) e 7 de maio de 2021 b).

Com base nos resultados dos três perfis ERT, estima-se que a zona radicular varie entre 2,5 e 3,0 metros de profundidade (Fig. 3), o que significa que quase todas as raízes, localizadas nos dois canteiros e perto dos perfis ERT, podem chegar ao nível freático.

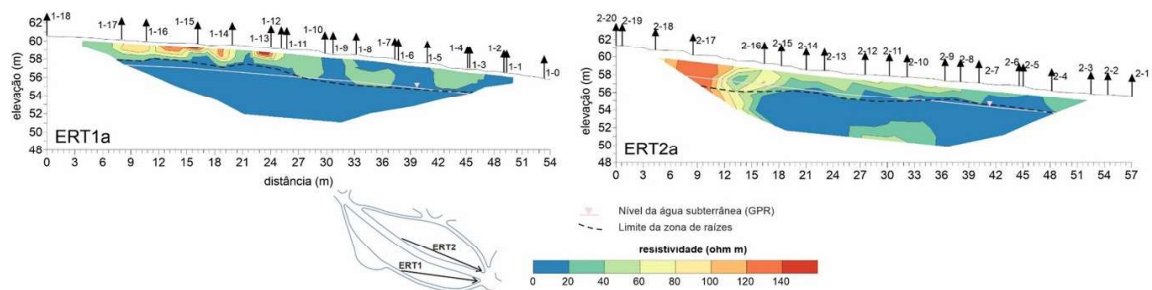


Fig. 3 - Perfis de ERT adquiridos em outubro 2020 com a projeção das árvores (setas) dois canteiros.

Agradecimentos

Agradecemos o apoio financeiro dado pela Universidade de Lisboa (FUNDEC PS nº 54/2021).

Referências

- Essam D, Ahmed M, Abouelmagd A, Soliman, F (2020) Monitorização das variações temporais nos níveis das águas subterrâneas nas áreas urbanas utilizando radares de penetração do solo. Science of the Total Environment, 703, 134986. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134986>
- Nijland W, van der Meijde M, Addink EA, de Jong SM (2009) Detecção do uso de água do solo por vegetação mediterrânica em solos rochosos utilizando tomografia de resistência elétrica Catena, 81, 209-216. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2010.03.005>

13.º Seminário sobre Águas Subterrâneas
O papel das águas subterrâneas na sustentabilidade das cidades do século XXI

Octavian M, Kuras O, Pridmore T, Mooney SJ (2020) Potencial de métodos geoeletricos para monitorizar processos e estrutura de zonas de raiz: Uma revisao. A Geoderma. 365. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114232>

Paz C, Alcalá FJ, Carvalho JM, Ribeiro L (2017) Utilizações atuais de radares de penetração do solo na investigação de ecossistemas dependentes de águas subterrâneas. Science of the Total Environment, 595, 868-885. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.210>

Telford WM, Geldart LP, Sheriff RE (1990) Applied Geophysics, 2º ed. Cambridge University Press, Cambridge.

Vanderborght J, Huisman JA, van der Kruk J, Vereecken H (2013) Métodos Geofísicos para Imagem em Escala de Campo de Propriedades e Processos de Zona Raiz. In: Processos terra-água-raiz: Avanços na Tomografia e Na imagem. John Wiley & Sons, Ltd. 247-282. <https://doi.org/https://doi.org/10.2136/sssaspecpub61.c12>