

Mapeamento da salinidade do solo: casos de estudo na Lezíria Grande de Vila Franca de Xira

A Lezíria Grande de Vila Franca de Xira é uma importante área agrícola, especialmente sensível a riscos de salinização do solo e aos impactos das alterações climáticas, pela sua localização, na margem do estuário do Tejo. O mapeamento da salinidade dos solos permite estudar a evolução da acumulação de sais ao longo do perfil do solo e definir estratégias para a sua prevenção e correção, para uma produção agrícola sustentável.

Marta Paz, Nádia Castanheira, Fernando Pires, Manuel Luís Fernandes, Maria Conceição Gonçalves . INIAV, I.P.



Mohammad Farzamian, Catarina Paz e Fernando Santos . Instituto Dom Luiz



A Lezíria

A Lezíria Grande de Vila Franca de Xira estende-se por uma área com cerca de treze mil hectares delimitada pelos rios Tejo, Risco e Sorraia. É uma área de baixa altitude, plana e alagadiça, com solos formados por deposição de sedimentos de origem marinha e fluvial. A fertilidade destes solos de aluvião desde cedo ditou o uso agrícola da Lezíria Grande. No início do século XX, iniciaram-se as bases para o atual Aproveitamento Hidroagrícola da Lezíria Grande de Vila Franca de Xira, com a construção de canais de drenagem e diques. Atualmente, a Lezíria tem cerca de dez mil hectares regados, em grande parte dedicados à produção de arroz, tomate e milho. Estima-se que na época de primavera-verão operem na Lezíria, direta e indiretamente, cerca de quatrocentas empresas, segundo dados da Associação de Beneficiários da Lezíria Grande de Vila Franca de Xira (ABLGVFX), a entidade responsável pela gestão do Aproveitamento Hidroagrícola.

Riscos de salinização do solo na Lezíria

A preocupação com a salinidade, ou concentração de sais no solo, tem, desde sempre, estado presente no planeamento da atividade agrícola na Lezíria, uma vez que a maioria dos solos tem origem em sedimentos marinhos. Apenas uma pequena área, ao longo da margem do rio Sorraia, tem solos derivados de sedimentos fluviais (Alvim e

Martins, 1988). A salinidade primária, ou seja, causada por causas naturais como a gênese do solo ou a presença de toilhas de águas salinas, tem diminuído nas camadas mais superficiais dos solos da Lezíria por ação da chuva, da rega e da drenagem. No entanto, é necessário ter sempre em atenção a quantidade de sais solúveis da água de rega aplicada e a subida dos sais por capilaridade a partir da toalha freática. Este último fenómeno é influenciado pela intensidade da evapotranspiração (determinada por fatores como a temperatura, velocidade do vento e humidade relativa), pela profundidade e salinidade da toalha freática e pelas variações da condutividade hidráulica do solo.

A salinidade dos solos agrícolas é um fator importante, uma vez que pode limitar a produção. As culturas são afetadas quer por efeitos tóxicos específicos (por exemplo, um aumento da concentração dos iões de sódio e cloro no solo reduz a concentração de cálcio, potássio e magnésio nos tecidos das plantas), quer pelo elevado potencial osmótico da solução do solo, que reduz a capacidade de extração de água e a absorção de nutrientes pelas plantas. Quando o ião dominante no conjunto de iões da solução do solo é o sódio, pode ocorrer a degradação da estrutura do solo (dispersão das argilas), levando, por exemplo, à redução da capacidade de infiltração e de retenção da água no solo, com prejuízo para as culturas (Gonçalves *et al.*, 2015).

Impactos das alterações climáticas na salinidade dos solos

As alterações climáticas influenciam vários dos fatores de risco de salinização. Um dos impactos a nível global é a subida do nível da água do mar, estimando-se uma subida superior a 0,4 m para a costa portuguesa até 2100 (EEA, 2017). A subida do nível da água do mar implica o movimento da água salgada para montante nos estuários dos rios e pode resultar na subida do nível e salinidade da toalha freática na Lezíria.

Na região do Mediterrâneo, os cenários indicam diminuição da precipitação média anual e aumento da temperatura média anual, resultando num aumento da evapotranspiração de referência (Portal do Clima, 2015). Este aumento da evapotranspiração potencia o efeito de subida dos sais por capilaridade, ao mesmo tempo que a diminuição da precipitação reduz a lavagem natural destes sais para camadas mais profundas. A diminuição da precipitação, combinada com a subida do nível da água do mar, leva ainda à diminuição do caudal dos rios e ao avanço da água salgada na zona estuarina. Este fenómeno tem sido verificado pela ABLGVFX, levando, por exemplo, à impossibilidade de uso da água do Tejo durante o período de rega no verão de 2005 e 2012, anos em que se registaram períodos de seca prolongada. Com a irregularidade e diminuição da precipitação aumenta a necessidade de rega e pode aumentar a salinidade da água disponível, aumentando o risco de salinização do

solo por via da adição de sais com a água de rega.

Os efeitos do aumento da evapotranspiração, subida da toalha freática salina e aumento da salinidade na água de rega na salinidade do solo, podem ser estudados recorrendo à modelação destes elementos. A equipa de física do solo do INIAV tem usado esta ferramenta para estudar a dinâmica da água e dos sais no solo em função da qualidade da água de rega (Ramos *et al.*, 2011) e está a recolher informação sobre os parâmetros de caracterização do solo e suas interações com o meio envolvente na Lezíria, de forma a desenvolver modelos para apoio a decisões quanto à gestão agrícola e da condução da rega, tendo em conta cenários futuros.

Mapeamento da salinidade do solo

No contexto da agricultura de precisão, o mapeamento da salinidade do solo é de especial relevância para o planeamento da atividade agrícola, permitindo ajustar as práticas culturais para otimizar a produtividade e controlar a acumulação de sais ao longo do perfil do solo. O mapeamento da salinidade do solo em profundidade, em grandes áreas e de modo não invasivo, é uma técnica atualmente em desenvolvimento.

A salinidade do solo é aferida através da condutividade elétrica, uma vez que a capacidade de um material conduzir corrente elétrica está relacionada com a concentração de iões. A determinação das propriedades do solo em profundidade é feita, pelos métodos clássicos, através da colheita de amostras a diferentes profundidades com uma sonda. No laboratório, a condutividade elétrica é medida no extrato de saturação do solo (EC_e), sendo este indicador utilizado para definir a salinidade do solo. Trata-se de um método moroso e dispendioso se houver necessidade de mapear grandes áreas. À semelhança de outras propriedades do solo, como o teor de água, têm-se procurado métodos que permitam avaliar o padrão espacial da propriedade de um modo expedito, não invasivo e *in situ*. Com este objetivo, vários métodos geofísicos têm sido explorados para aplicações agrícolas. Estes métodos permitem a determinação das propriedades físicas do subsolo através de medições à superfície e têm sido amplamente usados para o desenvolvimento de cartas geológicas, para a prospeção de petróleo e minerais ou em hidrologia. De entre os métodos geofísicos, a indução eletromagnética tem vindo a revelar-se um dos mais adequados para a determinação da salinidade do solo. A indução eletromagnética consiste na



Figura 1 – O equipamento portátil de indução eletromagnética em medições na Lezíria

passagem, à superfície do solo, de um equipamento que emite um campo eletromagnético que induz correntes no solo, gerando um campo secundário que é lido pelo equipamento (Figura 1). O campo eletromagnético secundário depende da condutividade do meio poroso, designada por condutividade elétrica aparente do solo. Esta propriedade física depende, fundamentalmente, da condutividade elétrica da solução do solo [diretamente relacionada com a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (EC_e)] e do teor em água, mas também é uma função de outras propriedades do solo, tais como a textura, a densidade aparente, o pH, o teor em matéria orgânica e a capacidade de troca catiónica. Recorrendo a uma combinação de posições do equipamento face ao solo é possível determinar a condutividade elétrica aparente em profundidade. Para o efeito, a equipa de geofísica do Instituto Dom Luiz (IDL), da Faculdade de Ciências

da Universidade de Lisboa, foi pioneira no desenvolvimento de um programa que permite mapear a condutividade elétrica do solo em profundidade e que tem sido testado com sucesso no mapeamento de propriedades de solo, como a salinidade, em estudos por todo o mundo (Monteiro-Santos, 2004).

O projeto internacional Saltfree

O projeto “Saltfree – Salinização em áreas regadas: avaliação de riscos e prevenção” tem como objetivo desenvolver uma metodologia para a avaliação do risco de salinização em sistemas de produção de regadio na bacia do Mediterrâneo e propor práticas de gestão para prevenir ou corrigir mecanismos de salinização do solo. Este projeto está a ser implementado por um consórcio com instituições de países da região do Mediterrâneo: Portugal, Itália, Egito e Tunísia. Em Portugal, as equipas do INIAV e IDL estão a desenvolver o trabalho experimental na Lezíria Grande de Vila Franca de Xira. Foram escolhidos quatro campos experimentais: Montalvo, Corte Lobo, Ermida e Polvarista (Figura 2). Em três dos campos experimentais são instalados tomate e milho, como culturas de primavera, e azevém, como cultura de outono. No campo mais a sul está instalada uma pastagem permanente não regada. O aumento da salinidade do solo ao longo da direção norte-sul é evidente nos resultados da figura 3 que mostram a variação de EC_e , determinada nas amostras de solo, com a profundidade. A figura 3 permite ainda analisar o efeito da rega e precipitação na dinâmica dos sais no solo. Entre maio de 2017 e janeiro de 2018, é evidente um aumento de salinidade em

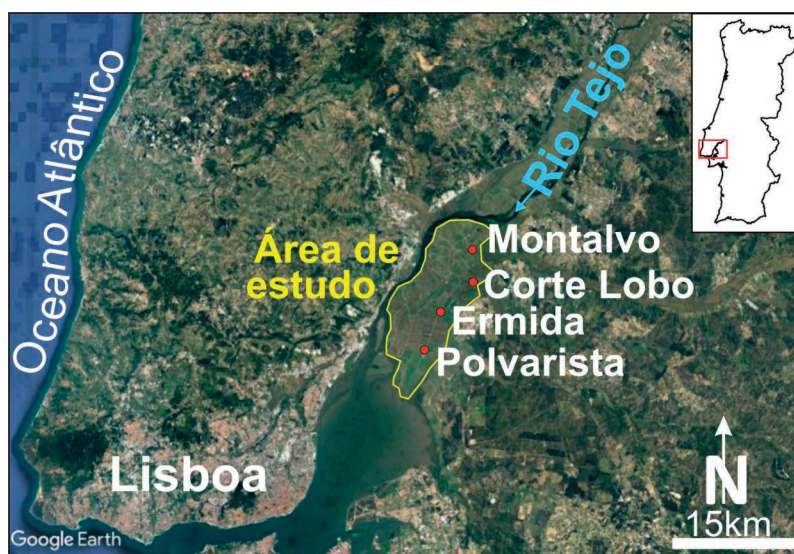


Figura 2 – A Lezíria Grande de Vila Franca de Xira e os quatro campos experimentais do projeto Saltfree

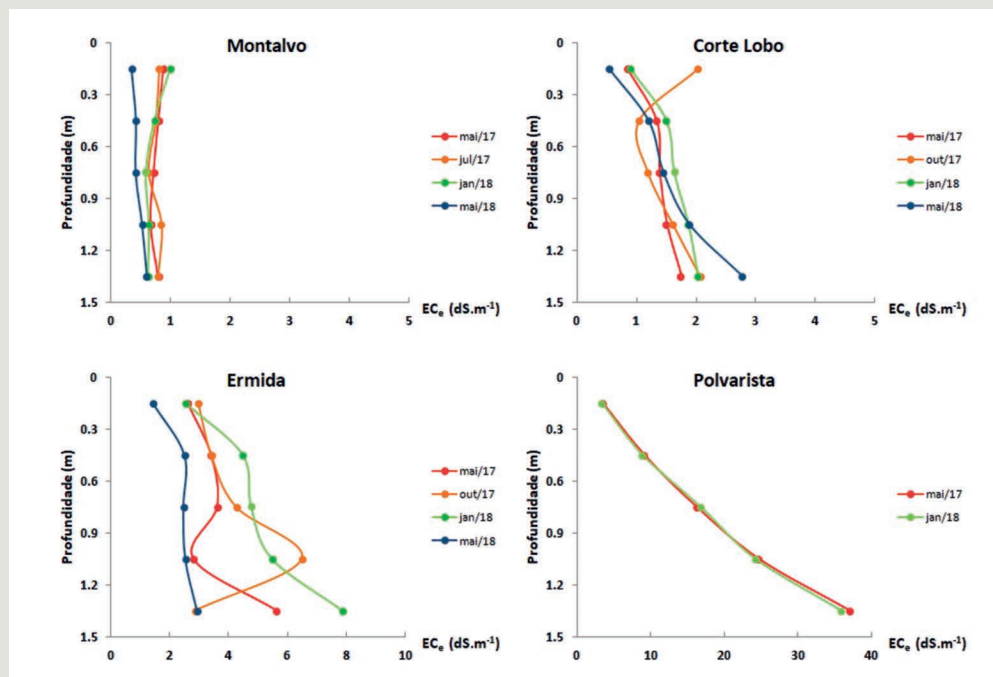


Figura 3 – Variação da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (EC_e) com a profundidade para os quatro campos experimentais

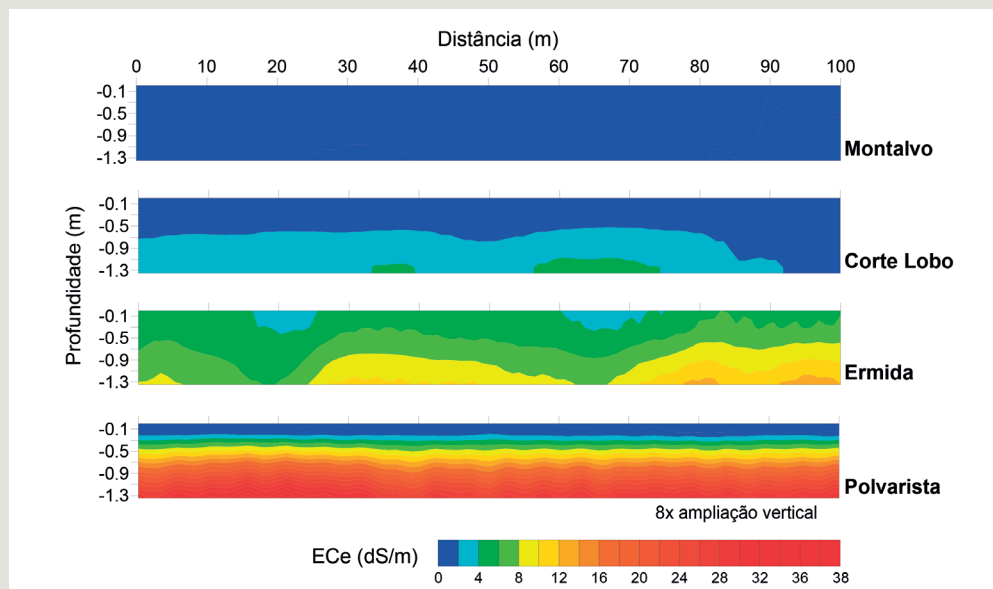


Figura 4 – Mapas da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (EC_e), obtidos pela calibração do método de indução eletromagnética, mostrando a variação em profundidade e ao longo de linhas de 100 m, para os quatro campos experimentais na Lezíria

Corte Lobo e Ermida, possivelmente devido à acumulação de sais na rega e fertilização, sem que tenha ocorrido lavagem pela chuva, uma vez que se registou um inverno seco até janeiro 2018. Este efeito não é identificável no Montalvo, onde a salinidade é baixa, nem na Polvarista, onde não há rega. Entre o final de janeiro de 2018 e maio de 2018 ocorreu precipitação intensa, com cerca 300 mm de chuva acumulados neste período. Em resultado, é visível a lavagem dos sais no Montalvo, Corte Lobo e Ermida.

Os resultados da condutividade elétrica das amostras de solo, determinada no laboratório

pelo método clássico, e as medições realizadas no campo, pelo método de indução eletromagnética, mostram uma correlação elevada. Esta elevada correlação revela que é possível usar o método de indução eletromagnética para mapear a salinidade dos solos na Lezíria. A figura 4 mostra os mapas da condutividade elétrica obtidos para os quatro campos experimentais ao longo de uma linha de medição de 100 m de comprimento e até à profundidade de 1,35 m. Considerando que um solo é classificado como salino com condutividade elétrica do extrato de saturação do solo superior a 4 dS.m⁻¹

(Martins *et al.*, 2017), a figura revela a uniformidade em Montalvo, com valores inferiores a 4 dS.m⁻¹ ao longo da área medida. Nos outros campos é evidente o aumento da salinidade com a profundidade. Em Corte Lobo ocorrem valores superiores a 4 dS.m⁻¹, pontualmente para profundidades superiores a 1 m. Nos campos Ermida e Polvarista os valores superiores a 4 dS.m⁻¹ ocorrem para profundidades superiores a cerca de 30 cm, sendo que, neste último campo, a salinidade aumenta acentuadamente com a profundidade, atingindo valores superiores a 36 dS.m⁻¹ na camada mais profunda.

Conclusões

Os resultados mostram que o método de indução eletromagnética permite mapear a salinidade do solo na Lezíria, possibilitando medições em profundidade e em grandes áreas de forma rápida e não invasiva. O mapeamento da salinidade, ao longo do tempo, permite entender os fenómenos de transporte e acumulação de sais no solo, de forma a propor estratégias para otimizar a produção conservando ou melhorando a qualidade do solo. ☺

Agradecimentos

Os resultados apresentados neste artigo foram obtidos no âmbito dos projetos SALTFREE (ARIMNET2/0004/2015 e ARIMNET2/0005/2015), financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia. As equipas têm o apoio da Associação de Beneficiários da Lezíria Grande de Vila Franca de Xira.

Referências

- Alvim, A.J.; Martins, J.C. (1988). Diagnóstico do estágio evolutivo de alguns solos salinos da Lezíria Grande de V.F. Xira e sugestões para o melhoramento da sua utilização. *Pedologia* 23(2).
- EEA (2017). *Global and European Sea Level*. www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/sea-level-rise-5/assessment.
- Martins, J.C.; Gonçalves, M.C. e Ramos, T.B. (2017). A salinidade dos solos: extensão, prevenção e recuperação. *Vida Rural* nº 1827 Ano 65.
- Gonçalves, M.C.; Martins, J.C. e Ramos, T.B. (2005). A salinização do solo em Portugal. Causas, extensão e soluções. *Revista de Ciências Agrárias* 38(4).
- Monteiro-Santos, F.A. (2004) 1-D laterally constrained inversion of EM34 profiling data. *Journal of Applied Geophysics* 56: 123-134.
- Portal do Clima (2015). www.portaldoclima.pt.
- Ramos, T.B.; Šimunek, J.; Gonçalves, M.C.; Martins, J.C.; Prazeres, A.; Castanheira, N.L.; Pereira, L.S. (2011). Field evaluation of a multicomponent solute transport model in soils irrigated with saline waters. *Journal of Hydrology* 407: 129-144.