

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. Apesar de 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 toalhas 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 fenômeno 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 fenômeno 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_s), 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 permitem 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_s)] 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 catiônica. 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_s , 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

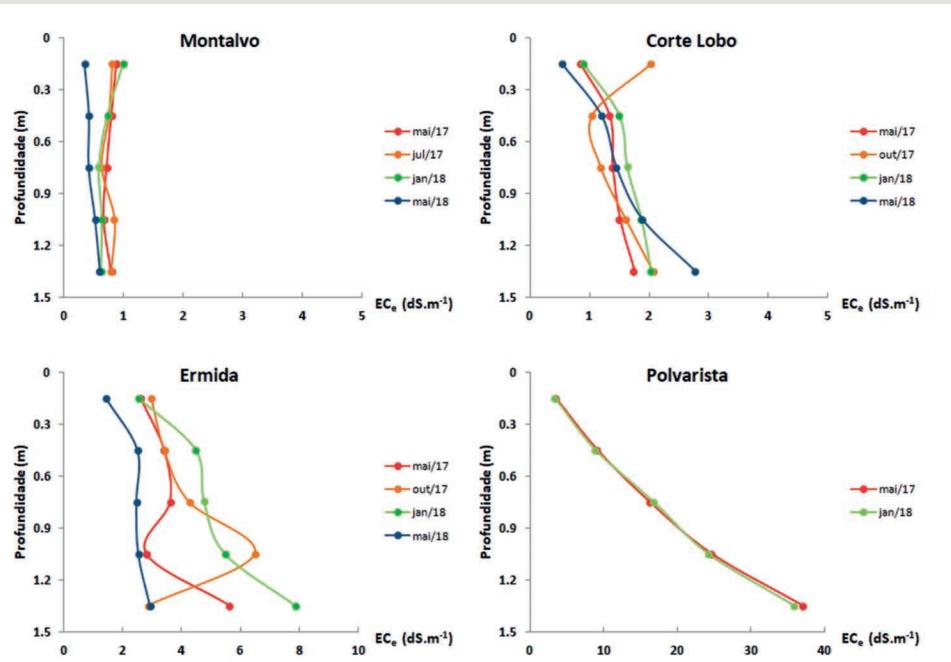


Figura 3 – Variação da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (EC_e) com a profundidade para os quatro campos experimentais

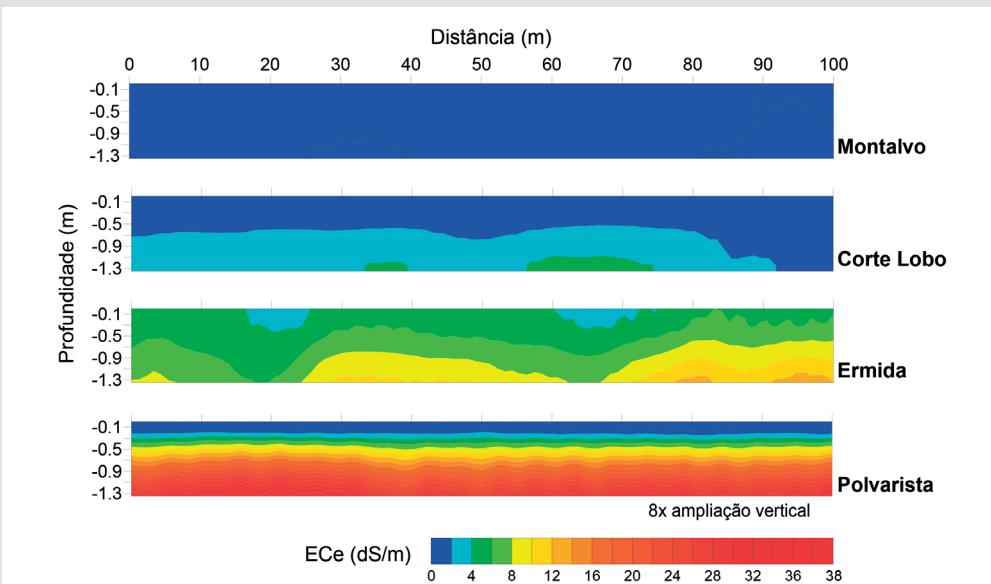


Figura 4 – Mapas da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (EC_e), obtidos pela calibração do método de indução eletromagnética, mostrando a variação em profundidade e ao longo de linhas de 100 m, para os quatro campos experimentais na Lezíria

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 laborató-

rio 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 estádio 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.