

# A salinidade dos solos: extensão, prevenção e recuperação

**A salinização é um dos principais processos de degradação do solo. O aumento da área regada e as perspetivas de mudanças climáticas podem levar a um acréscimo da área afetada por aquele problema em Portugal. Descrevem-se as principais causas de salinização/sodização dos solos, os indicadores mais relevantes e apresenta-se uma aplicação de um modelo numérico que permitiu estudar a influência da qualidade da água de rega na salinização/sodização de um solo no Alentejo. São ainda referidos os principais métodos para prevenir e recuperar os solos salinos e/ou sódicos.**

A degradação dos solos agrícolas é um processo em curso na União Europeia, sendo mais acentuada nos países do sul da Europa, por razões climáticas. A salinização é um dos processos de degradação do solo, que resulta do aumento da concentração de sais solúveis, nomeadamente de sódio ( $\text{Na}^+$ ), cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), no solo e na solução do solo, para níveis prejudiciais às plantas. Quando o ião  $\text{Na}^+$  é dominante no complexo de troca do solo (processo de sodização), verifica-se também a deterioração da estrutura do solo com todas as consequências daí decorrentes, podendo o solo perder uma ou mais das suas funções.

A acumulação de sais no solo deve-se à existência de uma fonte de sais e à insuficiência de precipitação e/ou de drenagem que permitam a sua lixiviação. Algumas das causas são naturais (salinização primária) e outras resultam de processos induzidos pelo homem (salinização secundária).

As causas mais comuns de salinização primária são a presença de aquíferos de origem marinha, a ação direta das marés nas regiões costeiras, a deposição de sais marinhos transportados pelo vento, a transferência de água salina para zonas de menor cota e com drenagem limitada (repasses), e o fluxo capilar ascendente de águas freáticas e subterrâneas salinas, como consequência das altas taxas de evapotranspiração registadas nas zonas de clima árido e semiárido.

As causas mais comuns de salinização induzida pelo homem são o uso de solos improprios ou mal adaptados para a prática do regadio (com baixa permeabilidade e sem



**Figura 1 – Campo experimental com sistema de rega gota a gota para aplicação das soluções salinas com diferentes concentrações**

sistemas de drenagem), a rega com águas de má qualidade (ricas em sais solúveis), a má condução da rega (dotações de rega inadequadas, distribuição irregular da água, subida da toalha freática), o uso intensivo de fertilizantes ou corretivos, particularmente em condições de limitada lixiviação, e o uso de águas residuais ou produtos salinos de origem industrial.

Em Portugal, este problema está limitado às zonas costeiras com influência das marés (sapais) e a algumas áreas regadas no sul do País. Contudo, o aumento da área regada e os cenários de mudanças climáticas para as próximas décadas, nomeadamente as perspetivas de aumento das temperaturas,

José Casimiro Martins, Maria da Conceição Gonçalves . INIAV, I.P.



Tiago Brito Ramos . MARETEC, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa

podem levar a um acréscimo das taxas de evapotranspiração e, consequentemente, da concentração de sais solúveis na solução do solo e a uma extensão do problema em Portugal. A sensibilização para as questões relativas ao solo constitui, assim, um desafio especial, pois um desenvolvimento sustentado deve passar pela sua preservação e proteção.

## Indicadores da salinidade/ /sodicidade dos solos

Os indicadores mais utilizados para avaliação dos riscos de salinização/sodização do solo são: (i) a condutividade eléctrica (CE), que estima o teor de sais solúveis no solo ou na solução do solo; (ii) a razão de adsorção de sódio (SAR), que avalia a capacidade da solução do solo e da água de rega trocarem sódio com o solo; e (iii) a percentagem de sódio de troca (ESP), que avalia a quantidade de sódio adsorvido no solo relativamente aos outros catiões do complexo de troca, sendo este também o indicador mais relevante para diagnóstico de solos sódicos ou alcalinizados.

As determinações da CE e dos teores de sais solúveis são realizadas em extratos aquosos do solo, sendo o mais frequentemente utilizado o extrato de saturação, obtido a partir de uma pasta de solo saturada, pois apresenta as vantagens de ser um método de preparação fácil, reprodutível e comparável à situação real que decorre no solo.

Além das determinações feitas no extrato de saturação, o diagnóstico da salinidade do solo é, em geral, completado com determinações do pH em água, dos catiões de troca e da capacidade de troca catiónica (CTC).

Uma das mais utilizadas classificações dos solos quanto à salinidade encontra-se no Quadro I.

## Controlo e recuperação da salinização/sodização

Os processos de controlo da salinização/sodização são baseados no conhecimento da dinâmica da água e dos solutos no solo, das relações entre as concentrações de sais solúveis e adsorvidos no solo e do efeito do stress salino nas culturas.

A modelação é uma das formas de se conseguir integrar todos aqueles processos, permitindo avaliar a gestão da rega e prever os efeitos da qualidade da água de rega no solo, nas culturas e nas águas subterrâneas. Destaca-se aqui, como exemplo, a aplicação de um modelo numérico que permitiu estudar a influência da qualidade da água de rega na salinização/sodização de um solo no Alentejo (Fig. 1 a 3). A cultura foi o sorgo sacarino. Foram simulados: (i) os teores e fluxos de água no solo; (ii) as concentrações dos catiões individuais ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ); e (iii) os indicadores CE, SAR e ESP (Ramos et al., 2012).

Os resultados obtidos indicam que o efeito da qualidade da água de rega no solo e nas culturas depende das propriedades do solo, mas também do próprio regime de chuvas. O primeiro determina a capacidade do solo para reter sais. A chuva é o principal veícu-

QUADRO 1 – CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS QUANTO À SALINIDADE			
Classificação	$\text{CE}_e (\text{dS m}^{-1})$	ESP (%)	pH
Solos não salinos e não sódicos	< 2	< 6	Toda a gama
Solos salinos	> 4	< 15	< 8,5
Solos sódico-salinos	> 4	> 15	$\leq 8,5$
Solos sódicos (não salinos)	< 4	> 15	> 8,5

$\text{CE}_e$  é a condutividade eléctrica medida no extrato de saturação do solo e ESP a percentagem de sódio de troca

lo para a sua remoção. Aquele efeito é tanto mais importante quanto mais intensiva for a rega, pior a qualidade da água de rega (medida como o teor em sais) e menor a precipitação anual, sendo por isso um problema especialmente importante no sul da Europa. O modelo utilizado simulou, com sucesso, o efeito da aplicação de diferentes qualidades de água de rega no solo estudado, nomeadamente o aumento da salinidade à volta do gotejador nos solos regados com águas de pior qualidade (Fig. 4). A capacidade dos modelos numéricos em preverem a dinâmica da água e dos solutos no solo torna-os, assim, em ferramentas muito úteis para otimizar as práticas agrícolas, como a rega e a fertilização, extrapolar informação para outros cenários (diferentes condições climáticas, tipos de solo e de culturas, qualidade da água de rega e fertilizações) e definir políticas de sustentabilidade ambiental. No entanto, os principais condicionamentos na sua utilização e, consequentemente, da qualidade dos resultados obtidos, residem na grande escassez de dados de entrada de qualidade, nomeadamente a informação so-

bre as propriedades do solo, relacionadas com o movimento e retenção da água no solo (propriedades hidráulicas do solo). Este problema tem de ser resolvido com recurso a bases de dados das propriedades dos solos (Gonçalves et al., 2011; Ramos et al., 2016). Por outro lado, a recuperação dos solos salinos/sódicos engloba, em geral, dois processos: a lixiviação dos sais solúveis (solos salinos) e a substituição do  $\text{Na}^+$  de troca por  $\text{Ca}^{2+}$  de troca (solos sódicos) através da adição, por exemplo, de gesso. A lixiviação dos sais solúveis é, em geral, acompanhada da lixiviação de elementos nutritivos, nomeadamente nitratos, podendo ser necessário tomar medidas para restaurar a fertilidade do solo. Enquanto nas regiões áridas a lixiviação exige o recurso à rega, nas regiões semiáridas a chuva pode ser suficiente para remover os sais do solo.

É ainda importante o estabelecimento de programas de monitorização da qualidade da água de rega e dos solos das áreas de regadio mais suscetíveis a esta problemática, para uma melhor compreensão dos processos de salinização e de sodização do solo e definição de medidas sustentáveis de proteção do solo. ☀

## Referências

- Gonçalves, M.C.; Ramos, T.B.; Pires, F.P., 2011. Base de dados georreferenciada das propriedades do solo. In: P.S. Coelho, P. Reis (eds.), Agrorural. Contributos Científicos. Instituto Nacional dos Recursos Biológicos, I.P. e Imprensa Nacional – Casa da Moeda, S.A., Portugal, pp. 564-574. ISBN 978-972-27-2022-9.
- Ramos, T.B.; Simunek, J.; Gonçalves, M.C.; Martins, J.C.; Prazeres, A.; Pereira, L.S., 2012. Two-dimensional modeling of water and nitrogen fate from sweet sorghum irrigated with fresh and blended saline waters. Agricultural Water Management 111: 87-104, <http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2012.05.007>.
- Ramos, T.B.; Horta, A.; Gonçalves, M.C.; Pires, F.P.; Martins, J.C., 2016. A base de dados INFOSOLO como primeiro contributo para o desenvolvimento de um sistema de informação de solos em Portugal. In: C. Alexandre, G. Rodrigues, H. Ribeiro, I. Guerreiro, M.C. Gonçalves, P. Alvarenga, P. Chaveiro, P.O. Silva, S. Ramôa, T.B. Ramos (eds.). Livro de Actas do VII Congresso Ibérico das Ciências do Solo e do VI Congresso de Rega e Drenagem “Solos e Água: fontes (esgotáveis) de vida e de desenvolvimento”, Sociedade Portuguesa das Ciências do Solo, Beja, pp. 69-72.



Figura 2 – Sistema de cápsulas porosas para recolha da solução do solo a diferentes profundidades



Figura 3 – Equipamento para medição do teor de água no solo a diferentes profundidades

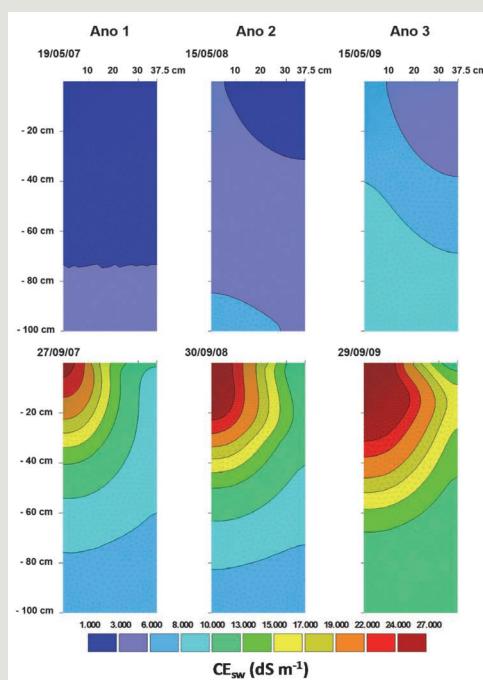


Figura 4 – Simulação da distribuição da condutividade elétrica da solução do solo ( $\text{CE}_{sw}$ ) num perfil de solo regado com águas salinas, durante 3 ciclos culturais, à data da semeadura (parte superior) e da colheita (parte inferior). O gotejador localizava-se no canto superior esquerdo de cada perfil de solo apresentado.  
Fonte: Ramos et al. (2012)