

Salinização de solos em Portugal

O problema e a fitodessalinização como solução emergente

CITAÇÃO

Jesus, J., Borges, M. T. (2020)
Salinização de solos em Portugal,
Rev. Ciência Elem., V8(03):047.
doi.org/10.24927/rce2020.047

EDITOR

José Ferreira Gomes,
Universidade do Porto

EDITOR CONVIDADO

José Francisco Rodrigues
Universidade de Lisboa

RECEBIDO EM

12 de julho de 2020

ACEITE EM

16 de setembro de 2020

PUBLICADO EM

30 de setembro de 2020

COPYRIGHT

© Casa das Ciências 2020.
Este artigo é de acesso livre,
distribuído sob licença Creative
Commons com a designação
[CC-BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), que permite
a utilização e a partilha para fins
não comerciais, desde que citado
o autor e a fonte original do artigo.

rce.casadasciencias.org



João Jesus, Maria Teresa Borges
FCUP/ CIIMAR/ Universidade do Porto

Salinização de solos refere-se à acumulação excessiva de sais no solo e é um problema que limita o potencial agrícola de Portugal. As suas causas (naturais ou antropogénicas), principais consequências e a extensão do problema serão discutidas neste artigo, assim como as soluções mais inovadoras para reverter ou mitigar o processo que se encontram em investigação, como a utilização de plantas (fitodessalinização).

Pese embora “sal” seja um termo mais comumente associado ao sal de cozinha, maioritariamente cloreto de sódio (NaCl), sob o ponto de vista químico, o termo “sal” pode referir-se a vários outros compostos resultantes da combinação química de um ácido e uma base. Salinidade é, por isso, o conjunto de todos os sais dissolvidos em água, podendo ser medida pela condutividade elétrica (CE) da mesma. *Um solo salino* é um solo cuja concentração total de sais solúveis excede um determinado valor, a partir do qual a salinidade é prejudicial à sua produtividade.

De entre os sais presentes nos solos, o cloreto de sódio (NaCl) destaca-se pelo possível impacto negativo do catião sódio (Na⁺) em excesso no solo. Com efeito, o sódio não só tem efeitos tóxicos nos organismos e plantas quando em excesso, mas também afeta a estabilidade estrutural do solo. Noutros termos, um excesso de sódio leva a um solo duro, compacto, em que a água e as raízes não penetram, com as consequências nefastas que daí advêm. Este efeito é, no entanto, em situações normais, contrariado por certos catiões, nomeadamente cálcio e magnésio, que estabilizam o solo. Assim, um *solo sódico* (FIGURA 1) é definido como tendo um valor acima do estabelecido no que toca a uma proporção específica entre sódio e os restantes catiões presentes no complexo de troca do solo, proporção esta medida com parâmetros como o rácio de absorção de sódio (RAS) ou percentagem de sódio trocável (PST).



FIGURA 1. Solo sódico (Autor John Coppi (<http://www.scienceimage.csiro.au>)).

Estes dois conceitos combinados criam 3 tipos de solos problemáticos, designados genericamente por solos halomórficos¹: *solo salino*, *solo sódico* e *solo salino-sódico*.

Solo salino é um solo em que a condutividade elétrica excede os 4 dS m^{-1} e tem um valor de PST abaixo de 15, enquanto um solo sódico tem características opostas, i.e, possui condutividade elétrica abaixo dos 4 dS m^{-1} , mas tem um valor de PST acima de 15. Por fim, um solo salino-sódico possui condutividade elétrica acima de 4 dS m^{-1} e PST também acima de 15.

Pela elevada proporção de sódio, os solos sódicos são, por norma, os mais raros, mas também os mais difíceis de cultivar ou de tornar produtivos dado que também tendem a possuir pH acima de 8.5 sendo, por isso, também por vezes designados por solos alcalizados.

As consequências ambientais da existência (e expansão crescente) destes três tipos de solos são variadas:

- Em plantas, pode levar a um desequilíbrio nutricional e toxicidade, com inibição de fotossíntese, levando a um crescimento menor ou até mesmo à morte da planta.
- No solo, um excesso de sais pode levar a uma redução dos agregados de solo¹, levando a menor presença de ar, maior resistência mecânica e propensão à erosão pela água da chuva.
- Por fim, estes aspetos combinados danificam ecossistemas e sistemas agrícolas levando a uma menor produção agrícola e menor diversidade biológica.

Estes tipos de solos estão a aumentar no Mundo. Existem diversas causas para um aumento de solos salinos ou sódicos, tanto de origens naturais como causadas pelo Homem. Infelizmente, estas causas interagem entre si e são exacerbadas pelos efeitos das alterações climáticas, como exemplificado no esquema abaixo (FIGURA 2):

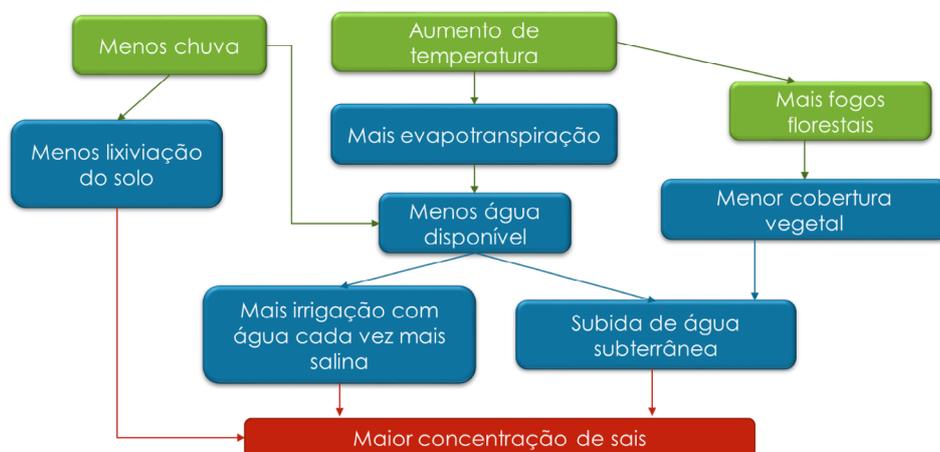


FIGURA 2. Alterações climáticas e impactos na concentração de sais no solo.

Efeitos das alterações climáticas, tais como a redução da quantidade de chuva, o aumento da temperatura e a existência de mais fogos florestais, levam a várias respostas ambientais, assim como humanas, que convergem num aumento da concentração de sais no solo. Se, por um lado, o aumento da irrigação com água de qualidade cada vez mais reduzida leva a um aumento de sais no solo, por outro, a existência de menos chuva não permite uma diluição adequada (lixiviação) destes sais, levando a maior acumulação destes no solo.

Adicionalmente, a menor cobertura vegetal, assim como a existência de menos água disponível à superfície dos solos, pode levar a uma subida por capilaridade de água subterrânea, por sua vez já previamente contaminada com excesso de sais e concentrada por evaporação à superfície.

Em Portugal as áreas mais afetadas por excesso de sais no solo situam-se em zonas mais quentes, zonas costeiras e zonas onde a irrigação é predominante.

Na região do Algarve, por exemplo, devido à proximidade ao oceano e à sobre-exploração de recursos hídricos subterrâneos, a água usada na irrigação tem vindo a ser de baixa qualidade e quantidade reduzida devido ao excesso de sal resultante da intrusão salina², criando excesso de sais nos solos.

Na região do Alentejo, por outro lado, estima-se que existam 1.15 milhões de hectares, cerca de 56.5% da área total de solos da região, que são solos salino-sódicos ou em alto risco, e cerca de 96 mil hectares de solos sódicos (cerca de 9% da área total da zona)^{2,3}.

Aqui surge outro tipo de problemática com implicação na salinização do solo. É sabido que os novos sistemas de irrigação que acompanham o projeto da barragem de Alqueva se destinam a aumentar o potencial produtivo dos solos da região. No entanto, dada a vulnerabilidade natural da tipologia dos solos existentes, poderá haver um aumento de solos salinos-sódicos na região alentejana. Assim, uma percentagem significativa dos solos não deveria ser irrigada⁴ e o restante ser irrigado, mas com especial atenção à questão da salinidade, sendo necessária uma combinação de *medidas preventivas* e, em casos mais extremos, de *remediação* para recuperar o potencial produtivo dos solos explorados. Métodos preventivos focam-se na gestão da água e numa irrigação cuidada de forma a evitar a acumulação de sais, mas podem ser insuficientes, em particular em situações já inicialmente muito degradadas, sendo por isso necessário equacionar uma intervenção de remediação.

Os métodos tradicionais de *remediação* de solos halomórficos consistem em dois tipos primários: *lixiviação* do solo ou tratamento químico. A *lixiviação* implica o uso excessivo de água no solo para dissolver os sais e transportá-los para uma profundidade maior ou para escoamento para o exterior. Dada a sua simplicidade, este método é usado em solos salinizados, mas acarreta muitos problemas e limitações, não sendo uma possibilidade, por exemplo, numa região onde a água é escassa ou é já parcialmente salina. No entanto, a água não permite a remoção do sódio que se encontra retido no complexo de troca do solo. Por este motivo, para solos salino-sódicos ou sódicos, a *remediação* química é necessária, envolvendo a adição ao solo de um composto com alto teor em cálcio como, por exemplo, o gesso (CaSO_4). Este tratamento ainda necessita de água para lavagem posterior do solo e assim transporta os sais removidos para a água subterrânea, levando à sua contaminação.

Para evitar o transporte de sais para maior profundidade devido à *lixiviação*, métodos biológicos, como a *fitoextração* de sais (também denominada por vezes como *fitodessalinização*), uma técnica específica de *fitoremediação*, tem sido investigada como alternativa com potencial nesta problemática. A *Fitoextração* de sais é uma tecnologia que usa plantas capazes não só de suportarem o excesso de sal (plantas halófitas), mas também de transportarem os sais para os seus tecidos e até, por vezes, excretá-los pelas folhas⁵ (FIGURA 3).



FIGURA 3. Ilustração do fenómeno de excreção de sal por parte de uma planta halófitas em ambiente laboratorial (*Spartina maritima*. Foto do autor).

A *Fitoextração* apresenta diversas vantagens sobre outros processos – para além de transportar os sais para as folhas das plantas, e assim impedir que fiquem no solo e sejam transportados para profundidades maiores, permite também, ao mesmo tempo, o tratamento físico do solo devido ao crescimento das raízes, assim como origina um aumento de matéria orgânica e atividade microbiana na zona radicular. Em situações em que é essencial proteger águas subterrâneas na zona afetada, a *fitoextração* é a única opção viável de tratamento no local (*in-situ*)⁶.

O tipo de planta a usar é um fator essencial, dado que espécies diferentes possuem tolerância diferente a sais, assim como mecanismos de acumulação de sal diferentes, podendo haver acumulação nos caules e folhas, ou excreção por glândulas especializadas (FIGURA 3). Outro parâmetro de extrema importância é a produtividade vegetal, assim como a utiliza-

de da planta após o processo remediativo. Existe a possibilidade de produzir plantas que tratam o solo, ao mesmo tempo que servem de produto para alimentação animal, ou para a produção de biocombustíveis⁷.

O potencial da fitoextração de sais referenciado na literatura aponta para valores da ordem de 7.2-10.4 toneladas/ha/ano de sais totais e 1.2-2.3 toneladas/ha/ano de sódio^{6,8}.

Existem potenciais combinações interessantes com outras técnicas já utilizadas em fitorremediação para aumentar a eficiência e, principalmente, a velocidade de remediação, pois este é um processo relativamente lento. Assim, pode fazer-se a inoculação, na zona da raiz, de microrganismos ou fungos selecionados que ajudem as plantas a sobreviver e prosperar, ou usar técnicas agrícolas como a plantação de plantas acumuladoras de sal entre arvoredos para manutenção da qualidade de solo, etc⁵.

Salinização de solos é um problema mundial em expansão, potenciado pelas alterações climáticas, e que afeta particularmente Portugal. Novas técnicas de prevenção e remediação deste problema são necessárias, entre as quais a fitodessalinização que revela ter o maior potencial para uma recuperação de solos salinos mais amiga do ambiente, eficiente e segura.

REFERÊNCIAS

- ¹ MARTINS, J.C. et al, *A salinidade dos solos: extensão, prevenção e recuperação*. Vida Rural, Dossier Técnico, 38-39. 2017.
- ² ARH, *Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas integradas na Região Hidrográfica - Parte 2, Caracterização e Diagnóstico*, 6, 246. 2012.
- ³ ARH, *Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas integradas na Região Hidrográfica - Parte 2, Caracterização e Diagnóstico I*, 7, 244. 2012.
- ⁴ MELO, J. & JANEIRO, C., *Alqueva dam and irrigation project: hard lessons learned from good and bad assessment practice*. IAIA – Proc. International Association for Impact Assessment, Cambridge, Massachusetts, USA. 2005.
- ⁵ JESUS, J. et al., *Phytoremediation of salt-affected soils: a review of processes, applicability, and the impact of climate change*. Environmental Science and Pollution Research 22(9): 6511-6525. 2015.
- ⁶ JESUS, J. et al., *Comparison of Vegetative Bioremediation and Chemical Amendments for Non-calcareous Highly Saline-Sodic Soil Remediation*. Water, Air, & Soil Pollution 229(8): 274. 2018.
- ⁷ ABIDEEN, Z. et al., *Halophytes: Potential source of ligno-cellulosic biomass for ethanol production*. Biomass and Bioenergy 35: 1818-1822. 2011.
- ⁸ RABHI, M. et al., *Evaluation of the capacity of three halophytes to desalinate their rhizosphere as grown on saline soils under nonleaching conditions*. African Journal of Ecology 47, 463-468. 2009.