

Evolução da salinidade do solo em culturas regadas no perímetro de rega do Roxo

O mapeamento da salinidade do solo no perímetro de rega do Roxo, usando métodos geofísicos, calibrados com métodos clássicos, está a ser estudado para identificação das zonas mais suscetíveis à salinização.

Maria da Conceição Gonçalves, Mohammad Farzamian, Nádia Castanheira, Ana Marta Paz . INIAV, I.P.



Francisco J. Martínez-Moreno, Fernando A. Monteiro Santos
Instituto Dom Luiz



Carlos Alexandre . Universidade de Évora



Tiago B. Ramos, Ana Oliveira . Instituto Superior Técnico



A agricultura de regadio tem um papel fundamental em Portugal, onde as condições agroecológicas são caracterizadas por verões quentes e secos, com taxas de evapotranspiração elevadas. Nestas condições, a necessidade de regar associada a práticas de rega desajustadas podem levar à salinização dos solos, ou seja, à acumulação de sais da água de rega no perfil de solo, com correspondente diminuição da capacidade das plantas extraírem água do solo, das taxas de transpiração e do rendimento das culturas, podendo mesmo, em casos extremos, levar à desertificação e abandono da terra.

O controlo da salinização, associada à necessidade de poupança da água e ao controlo da lixiviação de nutrientes, são razões suficientes para se estabelecer uma gestão da rega sustentável e, através dela, minimizar os riscos de degradação do solo, mantendo o máximo rendimento das culturas.

Porquê o estudo do perímetro de rega do Roxo?

- A albufeira do Roxo tem dos registos mais altos de salinidade e sodicidade da água em Portugal (Alvim, 1980);
- Existência de solos sódicos (solos com elevado teor de sódio no complexo de troca e baixo teor total de sais solúveis, levando à degradação da estrutura do solo) (Alexandre *et al.*, 2018);
- Monitorizações em julho de 2003 e julho de 2004 indicaram que a água de rega apresentava valores de condutividade elétrica (EC) variando entre 1 e 1,27 dS/m nos 2 anos, pelo que se enquadra na classe C₃ (salinidade elevada) (Richards, 1954). Quanto ao risco de sodização, a água do Roxo integra-se na classe S₁, isto é com baixo teor de sódio, pois o valor da razão de adsorção de sódio (SAR) não excede 3 ($\text{mmol } (\text{c}) \text{ L}^{-1} \text{)}^{0.5}$. O sódio solúvel é, porém, o catião dominante (Martins *et al.*, 2005).
- Monitorizações, de julho de 2014 a novembro de 2015 e de junho de 2016 a janeiro de 2017, indicaram uma redução da EC de 0,99 para 0,76 dS/m respetivamente (Alexandre *et al.*, 2018);
- A barragem do Roxo recebeu água da barragem de Alqueva pela primeira vez entre junho e setembro de 2016, o que pode justificar a melhoria na qualidade da água.

Casos de estudo

Selecionaram-se 10 locais com várias culturas regadas (regagota a gota), cujos eventos de rega



Figura 1 – Olival superintensivo (Local 10) no início das monitorizações em maio de 2019. Em primeiro plano, a sonda capacitiva para medição do teor de água a várias profundidades

eram já monitorizados através de sondas capacitivas (EnviroPro Precision Soil Probes, Austrália), instaladas pela Associação de Beneficiários

QUADRO 1 – CULTURA E FAMÍLIAS DE SOLO NOS LOCAIS SELECIONADOS PARA A MONITORIZAÇÃO DA SALINIDADE DO SOLO

Local	Cultura	Variedade	Solos (famílias)
1	Amendoal	Monterey	Sr*
2	Amendoal	Monterey	Sr*
3	Olival intensivo	Arbequina	Sr
4	Olival intensivo	Cobrançosa	Sr
5	Olival intensivo	Picual	Vc
6	Citrinos - Laranjas	Fukumoto	Pag
7	Citrinos - Clementinas	Clementina Oronules	Pag
8	Citrinos - Tangerinas	Tangerina Setubalense	Pag
9	Romã	Wonderful	Ps
10	Olival superintensivo	Arbequina	Cpv

Legenda abreviada das famílias de solos:

Sr* – S. Mediterrâneos Vermelhos com materiais lateríticos (pedregosos e moderadamente drenados);

Sr – S. Mediterrâneos Vermelhos (pedregosos e bem drenados nas camadas superficiais);

Vc – S. Calcários Vermelhos (com carbonados e, geralmente, bem drenados);

Pag – S. Mediterrâneos Pardos, para Solos Hidromórficos (com contraste textural e mal drenados);

Ps – S. Hidromórficos, Planossolos (com forte contraste textural; muito mal drenados);

Cpv – Barros Castanho Avermelhados, (boa fertilidade, carbonatos a pouca profundidade, drenagem moderada).

do Roxo (ABR) (Fig. 1). Os solos foram classificados segundo a classificação portuguesa (Cardoso, 1974) (Quadro 1). A condutividade elétrica média da água de rega durante o período do estudo foi de 0,72 dS/m em 2019. Segundo as diretrizes gerais sobre a qualidade da água de rega (FAO, 1988⁽¹⁾), este valor pode representar um ligeiro impacto na salinidade do solo. Segundo a legislação portuguesa, a água de rega deve ter valores de $CE < 1$ dS/m (DL 236/1998).

Mapeamento da salinidade do solo – Métodos geofísicos (EMI)

Os métodos geofísicos de indução eletromagnética (EMI) permitem determinar a condutividade elétrica aparente do solo (ECa), que representa uma média ponderada da condutividade elétrica num volume de solo. Esta metodologia pode ser aplicada em profundidade e em grandes áreas de modo

⁽¹⁾ <http://www.fao.org/3/x5871e/x5871e00.htm#Contents>



Figura 2 – Medição da ECa do solo com o equipamento DualEM-21 no local 8 (Citrinos – Tangerinas)

não invasivo, de forma rápida e eficiente. Os dados obtidos da ECa são depois tratados por modelação inversa (Monteiro Santos, 2004), dando origem à distribuição vertical da condutividade elétrica do meio, neste caso o solo (σ). Os valores de σ são depois correlacionados com a condutividade elétrica medida na pasta de saturação do solo (ECe), que é

o método clássico laboratorial e principal indicador da salinidade do solo, de modo a obter mapas da salinidade do solo.

Os métodos geofísicos de indução eletromagnética (EMI) foram aplicados a alguns dos locais utilizando o equipamento DualEM-21 (Figura 2).

A partir dos dados obtidos da ECa com o equipa-

QUADRO 2 – VALORES MÁXIMOS, MÍNIMOS E MÉDIOS DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA MEDIDA NA PASTA DE SATURAÇÃO DO SOLO (ECe) OBSERVADOS NOS LOCAIS DE ESTUDO E NÚMERO DE OBSERVAÇÕES (MAIO DE 2019 A MAIO DE 2020)

Local e cultura	ECe (dS/m)			N.º observações
	Máximo	Mínimo	Médio	
Local 1 (amendoal)	3,62	0,65	2,06	7
Local 2 (amendoal)	1,26	0,43	0,98	7
Local 3 (olival intensivo)	3,86	0,66	1,81	10
Local 4 (olival intensivo)	1,54	0,63	0,88	5
Local 5 (olival intensivo)	2,52	0,41	0,83	37
Local 6 (laranjas)	3,52	0,62	1,05	18
Local 7 (clementinas)	4,44	0,39	1,38	20
Local 8 (tangerinas)	3,48	0,54	1,52	18
Local 9 (romãs)	6,07	0,39	2,09	36
Local 10 (olival superintensivo)	1,92	0,64	1,09	19

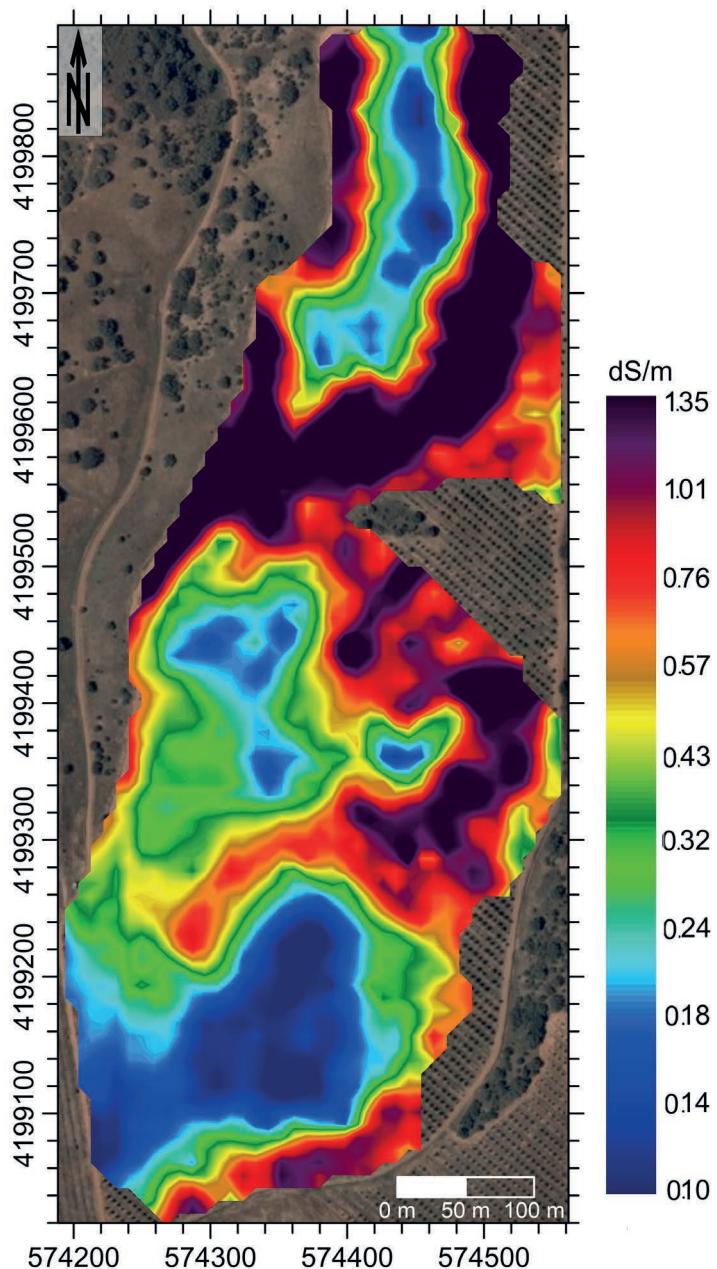


Figura 3 – Mapa da condutividade elétrica do solo (σ) obtido para o Amendoal, a 1 m de profundidade (dS/m), em dezembro de 2019 (engloba os Locais 1 e 2)

mento DualEM-21 calcularam-se mapas de condutividade elétrica do solo (σ). Quer a ECe como a resultante σ são influenciadas por propriedades do solo, como sejam o teor de água no solo e a presença ou não de sais na solução do solo.

Na figura 3 apresenta-se um exemplo dos resultados do mapeamento da condutividade elétrica para o amendoal, englobando os locais 1 e 2, para 1 m de profundidade. Este mapa assinala a presença de condutividades mais elevadas (cores quentes, laranja-vermelho) localizadas principalmente nos

limites da zona monitorizada. Estes valores vão ser calibrados com valores da ECe.

Campanhas de monitorização

As campanhas de monitorização iniciaram-se em maio de 2019 e vão ter a duração de dois anos.

No quadro 2 apresentam-se os valores máximos, mínimos e médios da ECe (dS/m) obtidos em todas as profundidades amostradas nos 10 locais em estudo, de 24 de maio de 2019 a 19 de maio de 2020. Indicam-se ainda o número de observações efetuadas em cada local.

Na figura 4 apresentam-se exemplos de resultados obtidos na monitorização da ECe em alguns dos locais estudados: amendoal (local 1); olival intensivo (local 5); laranjal (local 6); tangerinas (local 8); romãs (local 9) e olival superintensivo (local 10).

Nos vários locais representados na figura 4 visualiza-se uma variação da salinidade ao longo do tempo. Os solos classificam-se como salinos quando ECe > 4 dS/m, podendo já haver perdas de produtividade em algumas culturas a partir de 2 dS/m. Desta forma, a figura 4 mostra que, em algumas datas, atingem-se valores de ECe com alguma relevância em todos os locais estudados. Ao longo deste projeto serão analisados os processos de que resulta esta dinâmica de sais. Serão também estudados os seus impactos nas culturas, bem como as medidas de prevenção ou correção. ☺

Agradecimentos

Os resultados apresentados neste artigo foram obtidos no âmbito dos projetos PTDC/ASP-SOL/28796/2017 “Aumento da produtividade do regadio através do uso sustentado do solo, SOIL4EVER” e UIDB/50019/2020 (IDL) financiados pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia. As equipas têm o apoio da Associação de Beneficiários do Roxo.

Referências

- Alexandre, C.; Borralho, T.; Durão, A. (2018). Evaluation of salinization and sodification in irrigated areas with limited soil data: Case study in southern Portugal. *Spanish Journal of Soil Science*, 8(1):102-120. DOI: 10.3232/SJSS.2018.V8.N1.07.

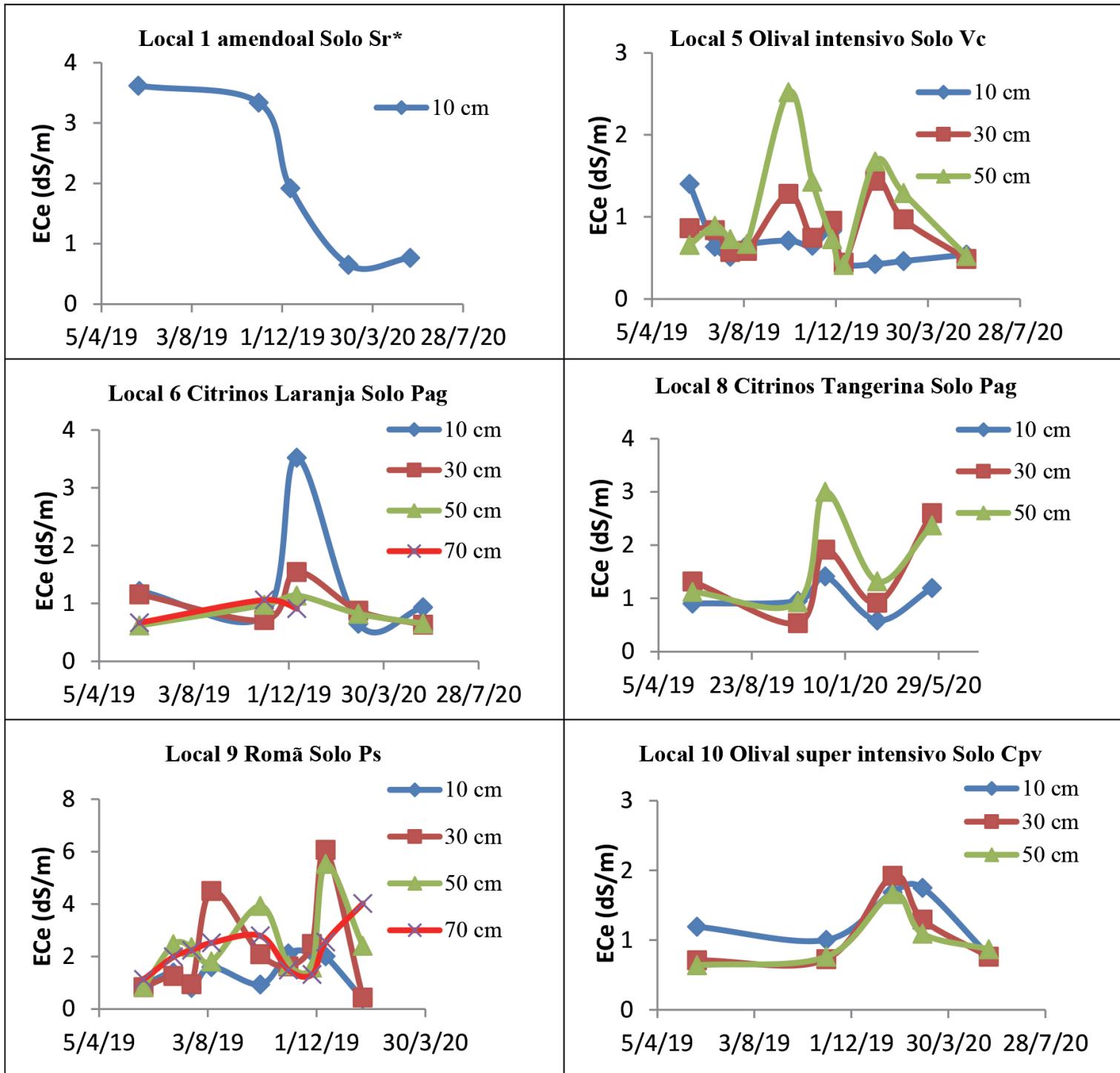


Figura 4 – Condutividade elétrica medida na pasta de saturação do solo (ECe - dS/m), em alguns dos locais amostrados

Alvim, A.J. (1980). Qualidade da água e riscos de salinização do solo nos perímetros de Campilhas e do Roxo. In: *Congresso 80, Ordem dos Engenheiros*, Coimbra.

Cardoso, J.C. (1974). A classificação de solos de Portugal. *Boletim de Solos do S.R.O.A.*, **17**:14-46.

Martins, J.C.; Vilar, M.T.; Neves, M.J.; Pires, F.P.; Ramos, T.B.; Prazeres, A.O. & Gonçalves, M.C. (2005). Monitorização da salinidade e sodicidade de solos regados por rãmpas

rotativas nos perímetros do Roxo e de Odivelas. *1.º Congresso Nacional e Rega e Drenagem*, CD-ROM, 5 a 7 de Dezembro, Beja.

Monteiro Santos, F.A. (2004). 1-D laterally constrained inversion of EM34 profiling data. *Journal of Applied Geophysics*, **56**:123-134.

Richards, L.A. (Ed.) (1954). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Washington, USDA Handbook 60.