

# Recuperação de solos agrícolas afetados por sais

Degradação e conservação do solo

## Recuperação de solos agrícolas afetados por sais

- ▶ A salinidade dos solos e águas é um problema, que afeta hoje em dia, todos os países do mundo, com especial relevo para os que se situam em zonas áridas e semi-áridas;
- ▶ Salinidade do solo é uma das mais importantes causas da degradação dos solos (Ex. Mesopotâmia);
- ▶ Cerca de 10% da terra arável esta afetada pela salinidade, atingindo 20 a 27% da superfície irrigada;

## Recuperação de solos agrícolas afetados por sais

- ▶ Em Portugal :
  - ▶ Vale do Sado;
  - ▶ Perímetro do Alvor;
  - ▶ Lezíria de Vila Franca;
  - ▶ Baixo Mondego;
  - ▶ Perímetro de Mira;
  - ▶ Regadio no Algarve.

## Recuperação de solos agrícolas afetados por sais

- ▶ Medidas da salinidade do solo e da água:

### Total de Sais Dissolvidos (TDS ou SDT)

Representa a quantidade total de sais dissolvidos numa solução do solo, que podem ser extraídos por drenagem ou sucção;

### Condutividade Eléctrica (EC)

As moléculas de sais em solução decompõem-se para produzir partículas carregadas eletricamente - iões;

Expressa-se em dS/m

## Recuperação de solos agrícolas afetados por sais

- ▶ Medidas da salinidade do solo e da água:

### Concentração Total de Catiões (CTC)

$$CTC \text{ (mEq/L)} = F * EC$$

F - Fator que toma os valores de :

- 12,5 - predominância de gesso
- 10,0 - Predominância de gesso e Cloreto de sódio
- 8,0 - Predominância de cloreto de sódio

CTC - n° máximo de sais ou íons de troca que podem ser retidos pelos minerais de argila que pode ser trocado a partir de uma reação química.

## Recuperação de solos agrícolas afetados por sais

- ▶ Medidas da salinidade do solo e da água:

### Teor de Sal (mg /L ou ppm)

$$\text{Teor de sal (mg/L)} = F' * EC$$

F' - Fator que toma os valores de :

- 850 - extratos com  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{SO}_4^{2-}$
- 640 - extratos com  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  e  $\text{Cl}^-$
- 480 - extratos com NaCl

## Recuperação de solos agrícolas afetados por sais

- ▶ Medidas da salinidade do solo e da água:

### Pressão Osmótica (atm)

$$\text{Pressão Osmótica (atm)} = 0,36 * EC$$

## Recuperação de solos agrícolas afetados por sais

- ▶ Medidas de outras propriedades do solo:

### Percentagem de Sódio de Troca (PST ou ESP)

$$\text{PST} = (St / CTC) * 100$$

PST ou ESP (Exchangeable Sodium Percentage) - grau de saturação do complexo de troca pelo sódio;

St - Sódio de troca

CTC - Capacidade de Troca Catiônica

## Recuperação de solos agrícolas afetados por sais

- ▶ Medidas de outras propriedades do solo:

Percentagem de Sódio de Troca (PST ou ESP)

$$ESP = \frac{100 (-0,0126 + 0,01475 SAR)}{1 + (-0,0126 + 0,01475 SAR)}$$

SAR - Taxa de absorção de Sódio - reflete a influência de um excesso de Sódio em relação ao Cálcio e ao Magnésio da água de rega, na infiltração da água no solo

## Recuperação de solos agrícolas afetados por sais

$$SAR((\text{mmol}_c\text{L}^{-1})^{0,5}) = \frac{[\text{Na}^+]}{\sqrt{\frac{[\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]}{2}}}$$

Onde:

Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> - representam as concentrações iônicas de Sódio, Cálcio e Magnésio respetivamente, expressos em mEq/L.

## Recuperação de solos agrícolas afetados por sais

### ► Classificação dos solos com excesso de sais solúveis:

**Solos salinos** - Solos com elevada quantidade de sais solúveis, mas baixo teor de Sódio de troca;

**Solos alcalizados ou sódicos** - solos com baixo teor em cálcio solúvel e elevado teor de sódio de troca ( $St > 15\%$ )

**Solos sódico-salinos** - solos com características intermédias entre os solos salinos e alcalizados

## Recuperação de solos agrícolas afetados por sais

### ► Classificação dos solos com excesso de sais solúveis:

QUADRO 1 – CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS QUANTO À SALINIDADE			
Classificação	CE <sub>s</sub> (dS m <sup>-1</sup> )	ESP (%)	pH
Solos não salinos e não sódicos	< 2	< 6	Toda a gama
Solos salinos	> 4	< 15	< 8,5
Solos sódico-salinos	> 4	> 15	≤ 8,5
Solos sódicos (não salinos)	< 4	> 15	> 8,5

CE<sub>s</sub> é a condutividade elétrica medida no extrato de saturação do solo e ESP a percentagem de sódio de troca

## Recuperação de solos agrícolas afetados por sais

### ► Causas da salinidade

- ❖ Origem geológica (minerais primários das rochas - fonte original)
- ❖ Águas de rega salinas e águas subterrâneas;
- ❖ Movimento de água no solo
  - ❖ Solos bem drenados
  - ❖ Solos mal drenados
- ❖ Fertilizações
  - ❖ Adubos azotados e Cloreto de potássio
  - ❖ Corretivos orgânicos muito ricos em azoto

## Recuperação de solos agrícolas afetados por sais

### ► Consequências da salinidade

- ❖ Efeitos sobre o solo
  - ✓ Aumenta o potencial osmótico da água provocando diminuição da água facilmente disponível;
  - ✓ Reduz a taxa de infiltração de água no solo;
  - ✓ Concentração de iões em níveis que podem ser tóxicos para as plantas;
  - ✓ Proporção relativa de  $\text{Na}^+$  em relação ao  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  deteriora a estrutura e torna-o menos permeável ao ar e á água;

## Recuperação de solos agrícolas afetados por sais

### ► Consequências da salinidade

#### ❖ Efeitos sobre as plantas

- ✓ Redução do crescimento (défice hídrico, toxicidade de iões);
  - ✓ Redução da área foliar
  - ✓ Redução da absorção de CO<sub>2</sub>
  - ✓ Redução da taxa de respiração (folhas e raízes)
  - ✓ Redução do teor de clorofila

## Recuperação de solos agrícolas afetados por sais

### ► Consequências da salinidade

#### ❖ Efeitos sobre as plantas

- ✓ Redução da síntese proteica;
- ✓ Perturbações fisiológicas (aumento do ABA);
- ✓ Susceptibilidade a pragas e doenças (ex: podridão apical do tomate)

## Recuperação de solos agrícolas afetados por sais

- ▶ Processo de salinização do solo pelo sódio
- ▶ Sais solúveis do solo:
  - ▶ Catiões :  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$
  - ▶ Aniões:  $\text{Cl}^-$ ;  $\text{SO}_4^{2-}$
- ▶ Em solos normais,  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  são os catiões dominantes;
- ▶ Quando ocorre acumulação de sais solúveis o  $\text{Na}^+$  passa, muitas vezes, a ser o elemento dominante da solução do solo pela precipitação do  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  como sulfatos e carbonatos.

## Recuperação de solos agrícolas afetados por sais

- ▶ Efeito da salinidade e do sódio na estrutura do solo
  - ▶ Quando o solo humedece
    - superfícies dos minerais
    - catiões de troca
- 

## Recuperação de solos agrícolas afetados por sais

### ► Efeito da salinidade e do sódio na estrutura do solo

- Pela imobilização dos cátions de troca junto às partículas de solo

Argilas adsorvem água para diminuir a concentração iónica junto às superfícies eletricamente carregadas

Expansão alivia a pressão osmótica entre as duplas camadas, mas as ligações entre partículas tornam-se mais fracas

## Recuperação de solos agrícolas afetados por sais

### ► Controlo da salinidade

#### ❖ No solo:

- ✓ Redução de inputs
- ✓ Aumento da exportação

Remoção do excesso de sais da zona radicular das plantas pela passagem de determinado volume de água;

Se a dotação de rega for superior à EVT e a infiltração e drenagem forem suficientes, a salinidade do solo mantém-se abaixo do nível;

O excesso de sais no perfil do solo atingem valores que podem colocar em perigo a produção, tornando-se necessário adicionar à dotação útil de rega a quantidade de água adicional que deve passar através do perfil do solo de modo a reduzir a salinidade - Fração de Lavagem (LF)

## Recuperação de solos agrícolas afetados por sais

### ► Controlo da salinidade

- ❖ Fração de Lavagem (LF) = Volume de água drenada para além da zona radical 8mm) / volume de água aplicado

$$\text{❖ LF} = \text{Dd} / \text{Dtr}$$

Dd - volume de água drenada para além da zona radicular, por unidade de área, em mm

Dtr - volume de água aplicada por unidade de área, em mm

## Recuperação de solos agrícolas afetados por sais

### ► Controlo da salinidade

$$\text{❖ LF} = \text{ECw} / \text{ECdw}$$

ECw - condutividade elétrica da água de rega (conhecido pela análise de águas)

ECdw - condutividade eléctrica da água de drenagem para além do perfil do solo explorado pelas raízes; é estabelecido de acordo com o máximo admitido pela tolerância aos sais da cultura considerada

## Recuperação de solos agrícolas afetados por sais

### ► Controlo da salinidade

Toma-se como pressuposto uma fração de lavagem de 15 a 20% e um padrão de extração de água pelas plantas de 40, 30, 20 e 10%, que resulta uma salinidade média de água de drenagem cerca de 3 vezes superior à da água de rega

$$Ecdw = 3ECw$$

$$Ece = 1,5 Ecw$$

$$Ecdw = 2Ece$$



Se LF é > ou > que 15 a 20%  
 $Ece = Ecw \times X$  - X varia entre 0,6 para LF de 80% e 3,2 para LF de 5%

Ece - salinidade do solo tolerada pela cultura para determinado nível de produção - valor tabelado

## Recuperação de solos agrícolas afetados por sais

### ► Controlo da salinidade

- ❖ Necessidades mínimas de lavagem requeridas para prevenir determinada perda de produção:

$$Lr = Ecw / (5Ece - Ecw)$$

- ❖ Necessidade total da água aplicada para satisfazer as necessidades da cultura e da lavagem pode ser determinada

$$Dtr = Na / (1 - Lr)$$

Dtr - dose total de rega (mm/ano)

Na - necessidade total de água da cultura (mm/ano)

Lr - necessidades mínimas de lavagem expresso sob a forma de fração de lavagem

## Recuperação de solos agrícolas afetados por sais

### ► Exercícios:

1. Supondo que vai regar a cultura de pimento em estufa cuja água apresenta uma salinidade de 1,2 dS/m. Considere a necessidade total de água para a cultura de 800mm.
  - a) Calcule as necessidades de lavagem para os níveis de produção de 100, 90 e 50% sendo respetivamente  $E_{Ce} = 1,5; 2,2$  e  $5,1$  dS/m.
  - b) Calcule a dotação total de rega, atendendo às necessidades de lavagem para os níveis de produção da alínea a).

## Recuperação de solos agrícolas afetados por sais

### ► Exercícios:

2. Considere a cultura de milho, com uma necessidade total em água de 900mm, sendo a água utilizada nas regas de 2 origens: i) albufeira com salinidade de 0,23 dS/m; ii) poço com salinidade de 3,6 dS/m. O nível de produção considerado aceitável é de 90% representando um teor de sais no solo de 2,5 dS/m.
  - a) Calcule a necessidade de lavagem da água da albufeira e do poço.
  - b) Quantidade de água a aplicar á cultura utilizando água das diferentes fontes.
  - c) Qual o valor de salinidade da água para se obter o valor de salinidade no solo correspondente a 90% da produção potencial, sendo a necessidade de lavagem de 0,15.

## Recuperação de solos agrícolas afetados por sais

► Exercícios:

- d) Qual a percentagem de água de cada fonte para obter uma salinidade na mistura igual à obtida na alínea c).
- e) Quantidade de água a aplicar á cultura para uma fração de lavagem de 0,15.
- f) Nas condições da alínea e), se o volume de água disponibilizado pela albufeira for de 100000 m<sup>3</sup>, qual a área irrigada.
- g) Nas condições da alínea f), se misturarmos a água disponibilizada pela albufeira com a proveniente do poço, que área conseguimos regar.