



# Recuperação de solos afetados por sais usando água de qualidade inferior

Maria de F. C. Barros<sup>1</sup>, Paulo M. dos Santos<sup>1</sup> & Airon J. da Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup> UFRPE, DEPA, Rua Dom Manuel de Medeiros, sn, CEP 52171-900, Recife, PE. Fone: (81) 3320 – 6220. E-mail: fatimacb@ufrpe.br, santos.p.m@bol.com.br, aironjs3@hotmail.com

Protocolo 139

**Resumo:** Objetivando-se avaliar o efeito de aplicação de lâminas de lixiviação para recuperação de solos afetados por sais do Perímetro Irrigado de Custódia, no Estado de Pernambuco, realizou-se um experimento em colunas de solo instaladas no Laboratório de Hidráulica da UFRPE. Os tratamentos foram dispostos em um delineamento de blocos casualizados com arranjo fatorial de dois solos e seis lâminas de lixiviação (0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5 e 3,0 volume de poros do solo), com quatro repetições. A água empregada para a lixiviação foi preparada em laboratório utilizando água destilada com adição de gesso. O valor médio da condutividade elétrica (CE) da solução de gesso foi de 0,87 dS m<sup>-1</sup>. Determinou-se, no lixiviado, a CE e, com os resultados obtidos avaliou-se, a eficiência da lixiviação. A lâmina de 2,5 volume de poros foi adequada para recuperação dos solos quanto à salinidade, indicada pelo valor da concentração de sais, expresso pela CE menor que 4,0 dS m<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** lâmina, lixiviação, gesso, condutividade elétrica

## Reclamation of salt-affected soils using low quality water

**Abstract:** With the objective of evaluating the effect of the application of leaching depths on reclamation of the salt-affected soils of the "Perímetro Irrigado de Custódia", in the Pernambuco state, an experiment was carried out in soils columns installed at the hydraulic laboratory of the UFRPE. The treatments were arranged in a randomized block experimental design with a factorial scheme of two soils and six leaching depths (L = 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 e 3.0 of the soil volume pores), with four replications. The water used to the leaching was prepared in laboratory using destillaed water with addition the gypsum. The mean values of the electrical conductivity (EC) of the gypsum solution was of 0.87 dS m<sup>-1</sup>. In the leachate EC was determined and with the results was evaluated the leaching efficiency. The depth of 2.5 volume pore was adequate for the reclamation of soil salinity, indicated by value of the salt concentration, evaluated by EC, minor who 4,0 dS m<sup>-1</sup>.

**Key words:** depht, leaching, gypsum, electrical conductivity

## INTRODUÇÃO

Sem um manejo adequado de água-solo-salinidade, a irrigação tem levado à salinização e sodificação de extensas áreas na zona semi-árida do Nordeste brasileiro. Segundo Amorim et al. (1997), em Petrolina, PE/Juazeiro, BA, no projeto Bebedouro, implantado na década de 70, que consta de uma área irrigada de cerca de 39.000 ha, já se verifica queda da produção agrícola em aproximadamente 12,5% da área, devido a problemas de salinização dos solos. Tomando-se como base a região Nordeste do Brasil aproximadamente 25% das áreas irrigadas encontram-se salinizadas (Gheyi, 2000).

A água de irrigação, com altos teores de sais, pode contribuir diretamente para o acréscimo da concentração salina do

solo e juntamente com excessiva evaporação produz acumulação de sais solúveis na superfície e/ou na superfície do solo (Bernardo, 2005; Pereira, 1998).

Para remover os sais solúveis, a lixiviação é o método mais eficaz para a recuperação de solos salinos. A técnica recomenda a aplicação de água em quantidade suficiente para dissolver e transportar os sais solúveis até o sistema de drenagem. A profundidade de recuperação depende do tipo de cultura que se vai explorar. Para uma cultura de sistema radicular superficial, a profundidade poderá ser de 60 cm; no entanto, se a cultura a ser explorada apresentar sistema radicular profundo, o solo deverá ser corrigido a cerca de 2,00 m de profundidade (Richards, 1954; Rhoades, 1974; Ribeiro et al., 2003).

Na recuperação de solos salino-sódicos e sódicos, o excesso de sódio trocável deve ser substituído pelo cálcio, fornecido por corretivos químicos, como, por exemplo, o gesso, e o produto dessa reação deve ser eliminado da zona das raízes, por lixiviação (Richards, 1954; Barros et al., 2005).

Com este trabalho, objetivou-se avaliar lâminas de lixiviação necessárias para correção da salinidade de dois solos afetados por sais.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Os materiais de solos utilizados neste estudo, que daqui por diante serão denominados solos, foram coletados em dois lotes do Perímetro Irrigado de Custódia, no Estado de Pernambuco, Brasil, a uma profundidade de 30 cm e classificados como Neossolo Flúvico Salino (S1) e Salino-Sódico (S2).

Depois de coletadas, as amostras de solo foram secadas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de 2 mm de malha. Antes desse procedimento foram retirados torrões, para obtenção da densidade do solo.

A pasta saturada foi preparada segundo metodologia descrita por Richards (1954). No extrato da pasta saturada, seguindo-se a metodologia sugerida por Richards, foram determinados a condutividade elétrica (CE), o pH, o cálcio e o magnésio, por espectrofotometria de absorção atômica, o sódio e o potássio, por fotometria de chama; a Relação de Adsorção de Sódio (RAS) foi calculada a partir dos valores obtidos para cálcio, magnésio e sódio solúveis, conforme a expressão:

$$RAS = (Na^+) / [(Ca^{2+} + Mg^{2+})/2]^{1/2}$$

Aplicando-se o método proposto pela EMBRAPA (1997), determinou-se o pH dos solos na relação solo-água (1:2,5), a condutividade hidráulica pelo método descrito para solos com estrutura deformada e a composição granulométrica, após lavagem com etanol a 60%, até eliminação total de cloretos. As características químicas e físicas das amostras de solo se encontram na Tabela 1.

A água empregada para a lixiviação das amostras de solos foi preparada em laboratório, com água destilada e adição de gesso, proveniente de jazida localizada em Araripina, PE, com granulometria < 0,3 mm. A quantidade de gesso foi calculada pela equivalência entre a concentração de sódio trocável presente nas amostras de solo e a de cálcio, presente no corretivo, segundo metodologia para determinação da necessidade de gesso (NG) para solos com altos teores de sais solúveis, descri-

ta por Barros & Magalhães (1989). O valor médio da condutividade elétrica (CE) e do pH da solução de gesso, foi de 0,87 dS m<sup>-1</sup> e 6,7, respectivamente.

Nesta pesquisa foram utilizadas as seguintes frações de lâminas de lixiviação: L1 (0,5 volume de poros); L2 (1,0 volume de poros); L3 (1,5 volume de poros); L4 (2,0 volume de poros); L5 (2,5 volume de poros) e L6 (3,0 volume de poros). Essas frações foram adaptadas dos estudos realizados por Moura (1989), trabalhando com solo salino-sódico de Minas Gerais e por Sampaio & Ruiz (1996), com solo salino-sódico da Paraíba.

O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso, com arranjo fatorial 2 x 6 (dois solos e 6 lâminas de lixiviação), com quatro repetições, totalizando 48 unidades experimentais.

As parcelas experimentais foram constituídas de tubos plásticos de PVC com 10 cm de diâmetro e 17 cm de altura tendo, em sua base, um sistema de drenagem. As amostras foram acondicionadas nas colunas, de modo a se aproximar da densidade do solo; em seguida, as colunas de PVC foram umedecidas lentamente, com água destilada, até atingir a capacidade máxima de retenção, permanecendo nesta umidade por 24 h para restabelecimento do equilíbrio do sistema. Para evitar perdas por evaporação, as colunas de solo foram cobertas com saco plástico; em seguida, as colunas de solo foram lixiviadas com a solução salina contendo gesso, mantendo-se um nível constante de 2 cm acima da superfície do solo. O lixiviado foi coletado determinando-se sua condutividade elétrica, a partir da qual se calculou o percentual de decréscimo da concentração de sais antes da aplicação das frações de lâminas de lixiviação (eficiência da lixiviação).

Os dados foram submetidos à análise de regressão, testando-se diversos modelos. O critério para a escolha do modelo foi o maior valor do coeficiente de determinação ajustado e a significância dos coeficientes da equação de regressão, utilizando-se o programa estatístico SAS, versão 8.0 for Windows.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, ocorreu decréscimo da concentração de sais com o aumento da fração de lixiviação. A aplicação da menor lâmina de lixiviação (equivalente a 0,5 volume de poros) resultou na maior concentração de sais no lixiviado para os dois solos estudados (Tabela 2).

As relações entre a variável independente, lâmina de lixiviação equivalente ao volume de poros e as variáveis dependentes, condutividade elétrica do lixiviado e eficiência de lixiviação, apresentaram elevados coeficientes de determinação e podem ser descritas por uma função quadrática (Figura 1). Testando modelos de regressão para explicar a remoção dos

Tabela 1. Características químicas e físicas dos solos

Solo	Cátions Solúveis				CE <sup>(1)</sup> dS m <sup>-1</sup>	RAS <sup>(2)</sup> (mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>1/2</sup>	pH	Classe textural	Ds <sup>(3)</sup>	Dp <sup>(4)</sup>	Condutividade hidráulica cm h <sup>-1</sup>
	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>							
S1	56,55	64,71	89,26	0,84	21,16	11,46	6,6	Franco-argilo-arenoso	1,50	2,54	0,06
S2	67,26	58,17	114,98	0,63	25,58	14,97	7,1	Franco-argiloso	1,50	2,51	0,00

<sup>(1)</sup> Condutividade elétrica do extrato da pasta saturada

<sup>(2)</sup> Relação de adsorção de sódio,

<sup>(3)</sup> densidade do solo,

<sup>(4)</sup> densidade das partículas.

Tabela 2. Valores da condutividade elétrica (CE) e da eficiência das lâminas de lixiviação

Lâminas de lixiviação	Solo1		Solo2	
	CE dS m <sup>-1</sup>	Eficiência de lixiviação %	CE dS m <sup>-1</sup>	Eficiência de lixiviação %
L0	21,16	0,00	25,58	0,00
L1	14,93	29,43	15,77	38,33
L2	7,67	63,76	9,69	62,11
L3	5,18	75,53	6,19	75,79
L4	4,07	80,65	4,44	82,63
L5	3,36	84,13	3,95	84,54
L6	1,77	91,61	1,42	94,46

L0 - (CE do extrato da pasta saturada, antes da aplicação das lâminas de lixiviação)

L1 - (0,5 volume de poros)

L2 - (1,0 volume de poros)

L3 - (1,5 volume de poros)

L4 - (2,0 volume de poros)

L5 - (2,5 volume de poros)

L6 - (3,0 volume de poros)

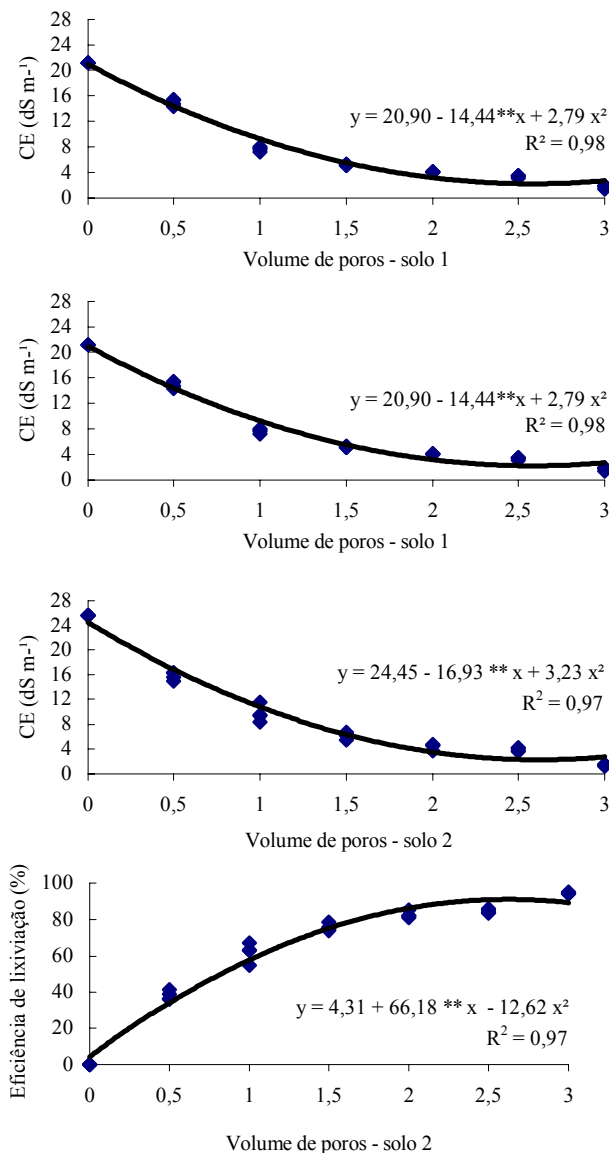


Figura 1. Condutividade elétrica dos lixiviados e eficiência de lixiviação, em função das lâminas de lixiviação equivalentes aos volumes dos poros dos solos

sais, Moura (1989) demonstrou que o modelo quadrático foi eficaz para descrever o processo de lixiviação dos sais solúveis em solo salino-sódico.

Na seqüência, verificou-se que o maior decréscimo da condutividade elétrica se relacionou com a aplicação da fração de lixiviação, correspondente a 1,0 volume de poros (L2), constatando-se remoção superior a 60% de sais nos solos lixiviados. Esses dados são coerentes com os obtidos por De Jong (1982); trabalhando com solos salinos, o autor constatou lixiviação de 50% dos sais dissolvidos, quando foi aplicada uma lâmina de lixiviação igual a 1,0 volume de poros. Resultados similares foram obtidos por Silveira (2000); empregando gesso dissolvido na água de irrigação para a recuperação de solos salinos e salino-sódicos de Custódia, PE, observou que o primeiro lixiviado coletado das colunas do solo apresentou os maiores valores de CE, decrescendo sucessivamente, até se igualar à CE da água usada na irrigação.

A partir da aplicação da lâmina equivalente a 1,0 volume de poros, pode ser verificado que as diferenças entre os incrementos da eficiência de lixiviação diminuíram e quando foi utilizada uma lâmina de lixiviação igual a 2,5 volume de poros, a concentração de sais apresentou valores inferiores a 4,0 dS m<sup>-1</sup>. Em experimento de laboratório, para testar a eficiência da equação de Reeve para lixiviação de sais, em uma amostra de solo apresentando CE do extrato de saturação igual a 9,18 dS m<sup>-1</sup>, Moura (1989) verificou que a aplicação de uma lâmina correspondente a 2,0 volume de poros, foi eficiente na recuperação do solo até 60 cm de profundidade. O autor constatou também que a equação de Reeve superestimou a lâmina de lixiviação. De acordo com Sampaio & Ruiz (1996), a aplicação fracionada de uma lâmina pouco superior ao volume de poros foi suficiente para eliminar a maior parte dos sais da coluna de solo. Barros et al. (2005), recomendam a utilização de uma lâmina superior a duas vezes o volume de poros para garantir total dissolução do gesso e aumentar o sucesso da correção da sodicidade e salinidade de solos salino-sódicos com mais de 40% de sódio no complexo de troca.

## CONCLUSÕES

1. A lâmina equivalente a 1,0 volume de poros lixiviou a maior parte dos sais; entretanto, não foi suficiente para recuperar os solos quanto à salinidade.

2. A lâmina de 2,5 volume de poros foi adequada para recuperação dos solos quanto à salinidade, indicada pelo valor da concentração de sais, expresso pela CE menor que 4,0 dS m<sup>-1</sup>

## LITERATURA CITADA

Amorim, M.C.C.; Porto, E.R.; Silva Júnior, L.G.A.; Liberal, G. da S. Efeitos de sais no solo provenientes de rejeitos da dessalinização por osmose inversa no semi-árido pernambucano. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 26, 1997, Campina Grande. Resumos... Campina Grande: SBEA, 1997. CD Rom.

- Barros, M. de F.C.; Magalhães, A.F. Avaliação de métodos de determinação da necessidade de gesso em solos salino-sódicos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.13, n.1, p.119-123, 1989.
- Barros, M. de F.C.; Fontes, M.P.F.; Alvarez, V.H.; Ruiz, H.A. Aplicação de gesso e calcário na recuperação de solos salino-sódicos do Estado de Pernambuco. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.9, n.3, p.320-326, 2005.
- Bernardo, S.; Soares, A.A.; Mantovani E.C. Manual de irrigação. 7. ed. atual e ampliada. Viçosa: Editora UFV, 2005. 611 p.
- De Jong, E. Reclamation of soils contaminated by sodium chlorid. *Canadian Journal Soil Science*, Ottawa, v.62, n.2, p.351-364, 1982.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análises de solo 2: ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212p.
- Gheyi, H.R. Problemas de salinidade na agricultura irrigada. In: Oliveira, T.S. de; Assis Jr, R.N.; Romero, R.E.; Silva, J.R.C. (org.). *Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido*. Viçosa: Folha de Viçosa/SBCS, 2000. v. 1 p. 329-346.
- Moura, R.F. Lixiviação em material de solo salinizado do perímetro irrigado do Projeto Gorutuba-MG. Viçosa: UFV, 1989. 68 p. Dissertação Mestrado
- Pereira, J.R. Solos afetados por sais. In: Cavalcanti, F.J.A. (coord). *Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação*. 2 ed. Recife: IPA, 1998. p. 76-82.
- Rhoades, D.J. Drainage for salinity control. In: Schnfsgaarde, J.Van. ed. *Drainage for agriculture*. Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy, 1974. p.433-460. (Agronomy,17)
- Ribeiro, M.R.; Freire, F.J.; Montenegro, A.A.A. Solos halomórficos no Brasil: ocorrência, gênese, classificação, uso e manejo sustentável. In: Curi, N.; Marques, J.J.; Guilherme, L.R.G.; Lima, J.M.; Lopes, A.S.; Alvarez, V.H. (eds) *Tópicos em Ciência do Solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.3, 2003. p.165-208.
- Richards, L.A. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Washington: US Department of Agriculture, 1954. 160p. USDA Agricultural Handbook, 60
- Sampaio, R.A.; Ruiz, H.A. Características das soluções drenadas na recuperação de solos salino-sódicos com lixiviações parceladas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.20, n.1, p.13-20, 1996.
- Silveira, K.R. Influência da aplicação do gesso na água de irrigação sobre a salinidade, sodicidade e condutividade hidráulica de solos aluviais. Recife: UFRPE, 2000, 73 p. Dissertação Mestrado