

DESLOCAMENTO MISCÍVEL DO ÍON SÓDIO PROVENIENTE DA ÁGUA RESIDUÁRIA DE DESSALINIZADORES EM COLUNAS DE SOLO

A. C. SANTIAGO TAVARES¹; R. FERREIRA MÉLO²; R. DUARTE COELHO³; S.
NASCIMENTO DUARTE³

RESUMO: O presente estudo visou determinar o fator de retardamento e o coeficiente de dispersão-difusão do íon sódio presente na água residuária de dessalinizadores de osmose reversa, e simulou as concentrações residentes em perfil de 100 cm de profundidade. O experimento foi realizado em colunas de solos de 20 cm de altura e 5,08 cm de diâmetro, preenchidas com amostras de Nitossolo Vermelho Eutrófico (Nit), textura argilosa, Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA₁), textura média e Latossolo Vermelho Amarelo (LVA₂) textura arenosa. A simulação para um período de aplicação da água residuária de doze horas, mostrou pequeno avanço dos íons na coluna do solo Nit em comparação com os solos LVA₁ e LVA₂, alertando, assim, para os perigos de salinização e desestruturação superficial desses solos ao se aplicar a água residuária de dessalinizadores.

PALAVRAS CHAVES: dispersão, fator de retardamento, coeficiente de dispersão-difusão.

MISCIBLE DISPLACEMENT OF SODIUM CATION FROM DESALTER WATER IN SOIL COLUMNS

ABSTRACT: The present study had the objective of determining the retardation factor and the coefficient of dispersion-diffusion of sodium ion present in the residuary water, and simulated the resident concentrations in soils depths of 100 cm. The experiment was done in columns with 20 cm of height and 5,08 cm of diameter, fulfilled with materials from the Eutrophic Red Nitossol (Nit), loamy texture, Yellow Red Latosol (LVA₁), medium texture and Yellow Red Latosol (LVA₂) sandy texture. The highest values of the retardation factors occurred in the Nit soil, indicating larger retention of the sodium ion, in that soil. The values of the diffusive-dispersive coefficients decreased from the soil LVA₂ to the Nit. The

¹ Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Irrigação e Drenagem, ESALQ/USP, LER, Av. Pádua Dias, nº 11, Caixa Postal 09, CEP 13418-900, Piracicaba, SP. Fone: (19) 34294217 R:273 . e-mail: clarette@esalq.usp.br

² Engenheira Agrônoma, Doutoranda em Irrigação e Drenagem, LER, ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

³ Professor Dr. Departamento de Engenharia Rural, LER, ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

simulation for a period of application of the residual water of twelve hour, showed small progress of the íon in the soil column with Nit in comparison with the soils LVA₁ and LVA₂, alerting, like this, for the salinization dangers and surface dispersion of those soils if applying the residuary water from desalter.

KEYWORDS: dispersion, retardation factor, dispersion-diffusion coefficient.

INTRODUÇÃO

Os altos custos envolvidos nas pesquisas de campo e os avanços computacionais estão fazendo com que os modelos matemáticos, aliados às técnicas numéricas, se constituam em ferramentas bastante viáveis, possibilitando uma predição do destino e do comportamento das águas residuárias e dos solutos nelas contidas. Para o sucesso da simulação e resolução das equações que permitem prever o deslocamento de solutos no solo, é necessária uma determinação realista dos parâmetros de transporte que influenciam na relação solo-soluto. Os parâmetros mais importantes que devem ser determinados para esse fim são a velocidade da água no poro, os coeficientes de difusão e dispersão e o fator de retardamento (MIRANDA, 2004). Nesse trabalho objetivou-se a determinação dos coeficientes dispersivo-difusivo (D), dos fatores de retardamento (R), e das curvas de efluente e de concentração residente de três solos.

MATERIAL E MÉTODOS

A água residuária que foi utilizada é proveniente de um dessalinizador (osmose reversa), rejeito, da empresa Citograf Mudas, localizada na zona rural de Rio Claro, estando situada no Centro-Leste do Estado de São Paulo, entre as coordenadas geográficas 22° 05' e 22° 30'S, 47° 30'e 47°55'W. A água utilizada nesta empresa é de origem subterrânea.. É possível que a água encontrada seja oriunda do aquífero Passa Dois. A caracterização física e química da água residuária do dessalinizador, instalado na Empresa Citrograph Mudas foi feita por SOARES (2004). Coletaram-se amostras de 0-20 cm de profundidade de três tipos de solo: um Nitossolo Vermelho Eutrófico (Nit), textura argilosa, um Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA₁), textura média e um Latossolo Vermelho Amarelo (LVA₂), textura arenosa, conhecido na região de piracicaba como classe “sertãozinho”. Os materiais foram analisados física e quimicamente, nos laboratório de solos do Departamento de Engenharia Rural e do Departamento de Solos e Nutrição Mineral da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, seguindo os métodos descritos pela EMBRAPA (1997). A caracterização física e

química, para os três tipos de solo estudados, está apresentada na Tabela 1. A partir destes solos construíram-se três colunas de percolação, com 20 cm de espessura de solo, utilizando segmentos de tubo PVC de 25 cm de comprimento e com 5,08 cm de diâmetro interno. Em uma de suas extremidade, a inferior, colocou uma manta sintética (BIDIM) sobre uma tela de malha 5 mm. Visando colunas de mesma densidade, referente aos três tipos de solo, fez-se a pesagem e a acomodação dos mesmos nas colunas por meio de toques leves, com camadas em torno de 3 cm. Na superfície do solo foi mantida uma lâmina de 3 cm de água, primeiramente água destilada e logo em seguida a água residuária, ambas mantidas em frascos separados, de forma a permitir uma carga hidráulica de infiltração constante, estando esta lâmina sobre manta de (BIDIM) para que não ocorresse qualquer tipo de movimentação na superfície do solo no momento do contato com as águas presentes nos fracos de Mariotte. Para drenar o excesso de água, fez-se um dreno na coluna na altura dos 23 cm, de forma a manter uma lâmina constante em 3 cm.

Tabela 1. Caracterização física e química de amostras dos três solos utilizados

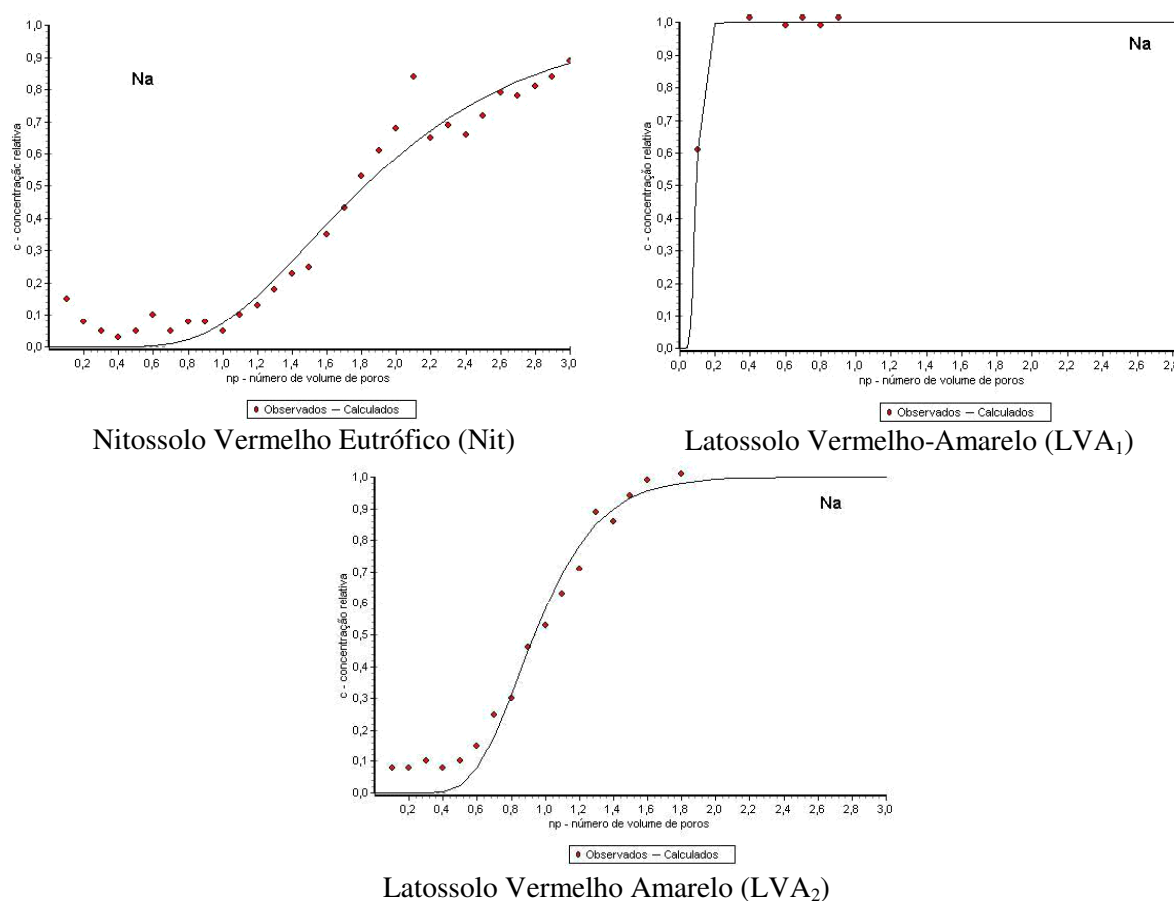
Característica	Nit	LVA ₁	LVA ₂
Areia (g kg ⁻¹)	204	461	706
Silte (g kg ⁻¹)	172	169	115
Argila (g kg ⁻¹)	624	370	178
Densidade do solo (kg dm ⁻³)	1,806	1,510	1,585
Densidade das partículas (kg dm ⁻³)	2,605	2,566	2,570
Porosidade total (dm ³ dm ⁻³)	0,307	0,41	0,38
Condutividade hidráulica (cm h ⁻¹)	11	9	8
Sódio (cmol _c kg ⁻¹)	0,69	0,46	0,46
Carbono orgânico (g kg ⁻¹)	20	2,24	13,53

Foi conectado um frasco de mariotte com água destilada até passar um volume de poros do solo, contido na coluna. Após passar um volume de poros, com a infiltração total da água, conectou-se o frasco de mariotte contendo a água de rejeito do dessalinizador. Foram aplicados três volumes de poros da água residuária recolhendo-se, continuamente, 30 alíquotas de 0,15 volumes de poros do efluente, as quais foram acondicionadas adequadamente para posterior análises. Determinaram-se as concentrações de sódio, por fotometria de emissão de chama (EMBRAPA, 1997). Conhecendo as concentrações do sódio no efluente (C), calcularam-se as concentrações relativas (C/Co) para o íon, sendo Co a concentração do íon na água residuária. O volume de poros, o fluxo, a velocidade média de avanço da água residuária foram calculados segundo MÉLO (2004). De posse das concentrações relativas e dos respectivos números de volume de poros, obteve-se a curva experimental de efluente para o íon sódio em cada um dos três solos. Os fatores de

retardamento e os coeficientes dispersivo-difusivos foram calculados utilizando-se o programa computacional Disp.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo NIELSEN & BIGGAR (1962), as curvas de efluente são importantes ao se estudar o transporte de solutos no perfil do solo, durante uma percolação. O fator de retardamento (R), por ser uma característica que retrata a capacidade do solo em reter os solutos à medida que o fluxo de massa avança, depende das interações entre as fases líquida e sólida que ocorrem durante a percolação. O valor do fator de retardamento ($R = 0,982$) menor para o LVA₂, está em consonância com a menor CTC e maior velocidade de avanço, proporcionando menor tempo de interação íon-colóide. Na Figura 1, são apresentadas as curvas de efluente para o sódio, ajustadas aos dados experimentais observados.



Figuras 1 Curvas de efluente para o sódio, ajustadas aos dados experimentais utilizando-se o programa computacional Disp.

O referido resultado está evidenciado também pelo maior deslocamento da curva de efluente para a direita, na Figura 1, para este íon, cujo resultado assemelha-se ao encontrado por RAO et al. (1980) e sugerem que quanto maior o deslocamento da curva de efluente para

a direita, maior também é a adsorção na superfície dos colóides, a qual está relacionada com a energia de adsorção do íon. Já para LVA₁ a curva de efluente, assim como o seu valor de fator de retardamento ($R = 0,096$), foi completamente desfigurado, em função da formação de um caminho preferencial de fluxo, não permitindo assim a interação desejada. Há uma preocupação com a possibilidade de contaminação das águas subterrâneas pela movimentação dos íons, no entanto o sódio tem uma pequena movimentação no perfil, podendo ser vista na Figura 2. A concentração residente do íon contido na água residuária do dessalinizador (mg L^{-1}) relativa ao íon de sódio simuladas para uma profundidade de 100 cm nas duas classes de solo contrastantes, com características argilosa e arenosa, respectivamente, e para um período de doze horas de movimento do fluido, com o auxílio do programa computacional Disp, apresentou um maior fator de retardamento significando uma menor mobilidade do íon no solo e, conseqüentemente, menor probabilidade de contaminação de águas freáticas.

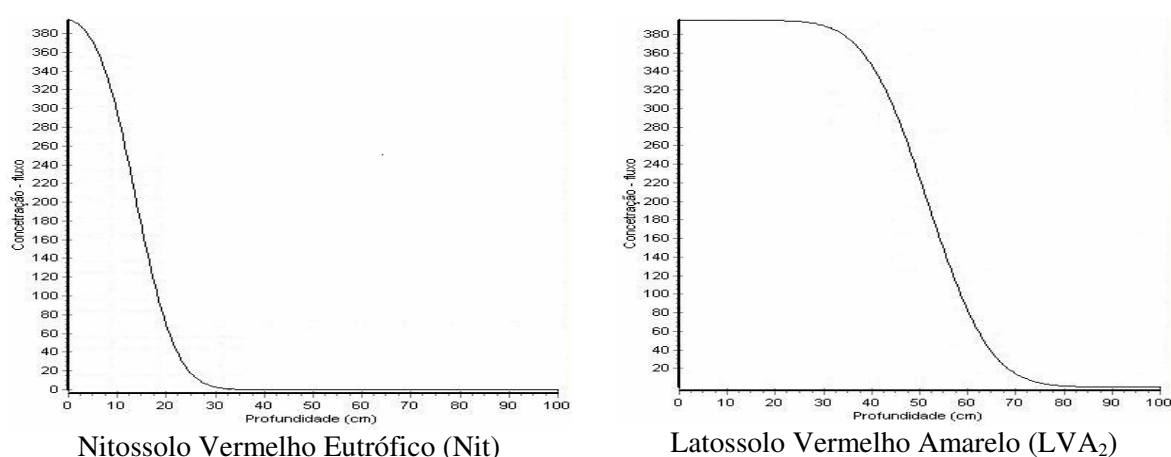


Figura 2 Concentração residente simulada (mg L^{-1}) em perfis de 100 cm dos solos de textura argilosa e arenosa, respectivamente, para um período de 12 horas.

CONCLUSÕES

Os coeficientes dispersivo-difusivo e os fatores de retardamento encontrados, para os solos LVA₂ e Nit, foram 4,290, 3,829 e 0,986, 1,985, respectivamente. As curvas de efluentes e de concentrações residente nas figuras 1 e 2, respectivamente, demonstram o comportamento de adsorção do íon sódio para os dois solos, LVA₂ e Nit, evidenciando sua pequena movimentação nos perfis.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MIRANDA, J. H.; DUARTE, S. N.; LIBARDI, P. L.; FOLEGATTI, M. V. **Simulação do deslocamento de potássio em colunas verticais de solo não saturado.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 33., 2004, São Pedro -SP. Anais...Campinas: UNICAMP, EMBRAPA e Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPÉCUARIA – EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 2ª ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

MÉLO, R. F. Avaliação das alterações físicas e químicas, distribuição e mobilidade dos íons em três solos tratados com manipueira. Dissertação (mestrado) – UFV, Viçosa, 2004. 59p.

NIELSEN, D.R. & BIGGAR, J.W. Miscible displacement: III Theoretical considerations. Soil Science Society of American Proceedings, v.26, p. 216-221, 1962.

RAO, P.S.C.; ROLSTON, D.E.; JESSUP, R.E. & DAVIDSON, J.M. Solute transport in aggregated porous media: theoretical and experimental evaluation. Soil Science Society of American Journal, v.44, p.1139-1146, 1980.

SOARES, T.M. Desenvolvimento de três porta-enxertos cítricos utilizando águas salinas. Dissertação (mestrado) – ESALQ/USP, Piracicaba, 2004.