

# METODOLOGIA DA LIXIVIAÇÃO DE ÍONS EM COLUNAS DE SOLO DEFORMADO

Fred Mikhail Carneiro Valério de Assis<sup>1</sup>, Carolyne Wanessa Lins de Andrade<sup>2</sup>, Abelardo Antônio de Assunção Montenegro<sup>3</sup>.

## Introdução

O aumento do uso e ocupação das terras com o intuito de reforçar os setores agrícolas, traz grande preocupação ao que diz respeito aos impactos causados no meio ambiente, principalmente pela contaminação por agrotóxicos, pesticidas e fertilizantes nas águas subterrâneas e por tornar os nutrientes indisponíveis para as plantas, devido à lixiviação da solução do solo. De acordo com Santos et al. (2010), o crescimento na produção de resíduos gerados pela agroindústria vem fomentando uma maior preocupação com o meio ambiente.

O processo de deslocamento dos íons no solo pode interferir na sua disponibilidade aos vegetais e na dinâmica de lixiviação. O transporte de nutrientes para as camadas mais profundas do solo torna-os indisponíveis para as culturas, comprometendo a produção agrícola (Sampaio *et al.*, 2010) e o uso excessivo de fertilizantes, pesticidas e outras substâncias químicas no solo podem poluir as águas subterrâneas (Carmo *et al.*, 2010).

Segundo Pierangeli et al. (2009) a maior imobilização de nutrientes devido ao aumento da sorção à superfície das partículas do solo é favorável, por constituir uma alternativa que diminui a mobilidade dos mesmos no perfil do solo e os impactos ambientais.

A dinâmica de transporte dos solutos no solo, através da ação da água sobre ele, pode resultar em diferentes processos, onde uma parte dos solutos pode ser absorvida pelas plantas, outra perdida por percolação profunda e outra pode ser precipitada. Os fatores que interferem nessa dinâmica estão ligados às propriedades do meio poroso e suas interações, propriedades do líquido percolante e as condições ambientais (Santos et al, 2010). Além disso, a lixiviação pode ser alterada de acordo com as propriedades relacionadas às qualidades físicas do solo, como textura, estrutura, profundidade do perfil e, principalmente, porosidade.

Devido à facilidade que o solo tem de reter íons, cuja qual uma das formas de expressar essa aptidão é o fator de retardamento, característica própria de um determinado solo em relação a uma substância, podem ocorrer alterações ao que se refere à disponibilização dos íons no meio, caso seja exercido seu limite de capacidade. Conforme alteram as propriedades do solo, modifica-se o movimento de troca entre os cátions, o que permite alterações nos cristais dos grãos, facilitando, portanto, a lixiviação.

O uso de águas residuárias constitui uma alternativa para a minimização dos impactos causados ao meio ambiente, uma vez que auxilia na conservação da água disponível, na maior disponibilidade no meio e na possibilidade de subsídio e reciclagem de nutrientes.

Vários pesquisadores vêm estudando o transporte de solutos no solo, destacando-se: Sampaio et al. (2010) que estudaram a sobre lixiviação de íons em colunas de solo deformado e indeformado; Oliveira et al. (2010) que estudaram a adsorção e deslocamento do íon cádmio; Matos et al. (2013) que estudaram deslocamento miscível de cátions provenientes da vinhaça e Santos et al. (2010) que avaliaram a mobilidade de solutos em colunas de solo com água residuária doméstica e de suinocultura.

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo estudar uma metodologia que descreve o processo de lixiviação de íons em colunas de solo deformado a partir de ensaios de deslocamento miscível em laboratório.

## Material e métodos

Para avaliar a metodologia, foi realizado um ensaio no Laboratório de Água e Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). O solo utilizado para o estudo foi coletado na profundidade de 0 a 30 cm em um lote irrigado com água residuária, localizado no distrito Mutuca do município de Pesqueira/PE no Estado de Pernambuco.

Para o ensaio de deslocamento miscível em laboratório, foram coletados 15 efluentes e os ensaios tiveram três repetições.

O dispositivo experimental utilizado no estudo foi composto de três colunas de solo com 5 cm de diâmetro de 20 cm de comprimento, um béquer contendo água deionizada, funil e os tubos tipo Falcon (50 ml), um condutivímetro digital e balança digital.

<sup>1</sup> Primeiro Autor é discente do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois irmãos, Recife, PE, CEP 52171-900. E-mail: fredmikhail@hotmail.com

<sup>2</sup> Segundo Autor é discente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois irmãos, Recife, PE, CEP 52171-900. E-mail: carolynelins200@gmail.com

<sup>3</sup> Terceiro Autor é Professor Associado do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois irmãos, Recife, PE, CEP 52171-900.

O solo foi acondicionado nas colunas em camadas levemente compactadas; após a montagem, foi promovido o processo de lixiviação da coluna com água deionizada em fluxo descendente com a lâmina d'água constante de 35 mm, para que o lixiviado caísse dentro do funil sendo levado para o tubo, onde foram coletadas 45 amostras com volume de 30 ml cada. Em seguida, foi efetuada a medida da condutividade elétrica (CE) da solução com o condutímetro e do potássio e do sódio com o fotômetro de chama (Embrapa, 1997).

A progressão do avanço do soluto foi acompanhada medindo-se a concentração  $C$  do efluente ao longo do tempo. A evolução da razão  $C/C_0$  em função do número de volumes de poros  $V/V_0$  do efluente coletado, forneceu a curva de eluição. A dinâmica da lixiviação dos íons nas colunas de solo deformado foi analisada a partir da construção de curvas de concentração relativa ( $C/C_0$ ) versus o número de volume de poros nos efluentes recolhidos (Behera et al., 2003).

## Resultados e Discussão

Foi observado que o desempenho dos dados durante os três ensaios de lixiviação mostrou uma determinada lógica diante do processo físico real, sendo contínuo e decaindo de maneira constante ao longo do teste. Percebe-se que praticamente todos os íons (CE), o potássio e o sódio foram lixiviados em aproximadamente em 0,2 volume de poros (VP) (Figuras 1(a), 2(a) e 3(a)).

De acordo com Nielsen & Biggar (1962), um primeiro indicativo de que existe interação entre o soluto e solo é o número de volume de poros correspondente à concentração relativa de 0,5. Quando o valor do número de volume de poros correspondente à concentração for igual a 1, significa que não há interação entre o soluto e solo; quando for maior do que 1 significa há interação, ou seja, quando a solução passa no solo, parte do soluto é adsorvido pelo mesmo.

Van Genuchten & Wierenga (1986) consideraram o fator de retardamento ( $R$ ) igual ao número de volume de poros, para  $C/C_0 = 0,5$ . O  $R$  foi igual a aproximadamente 0,5 VP (Figura 1(b)), quando se utilizou água destilada para lixiviação, indicando que, no solo estudado, não ocorreu interação entre os íons em relação aos colóides demonstrada pelo fator de retardamento. O valor do fator de retardo indica que além da lâmina de irrigação, deve-se aplicar os respectivos VP para compensar o retardamento do íon em relação à frente de avanço da solução no solo.

Segundo Sampaio et al. (2010) que estudaram sobre a lixiviação de íons em colunas de solo deformado e indeformado, em Latossolo Vermelho distroférrico típico, a metodologia de amostragem de colunas de solo indeformado não foi adequada ao estudo da lixiviação de nitrato, potássio e concentração de sais. Considerando-se os resultados obtidos nas colunas de solo deformado, o nitrato apresentou maior mobilidade no processo de lixiviação, seguido pela concentração de sais e do potássio, proporcionalmente aos níveis de diluição da água residuária de suinocultura nos tratamentos avaliados.

A metodologia da coluna de solo foi adequada ao estudo da lixiviação de íons. Esse processo mostrou excelente integração com relação ao objetivo desejado, o qual visava estudar um método que descrevesse o processo de lixiviação de íons em colunas de solo deformado, dando fundamental importância à forma pela qual os íons são levados para os lençóis freáticos.

## Referências

- Behera, S.; Jha, K.M.; Kar, S. Dynamics of water flow and fertilizer solute leaching in lateritic soils of Kharagpur region, India. *Agricultural Water Management*, Kharagpur, v.63, n.1, p.77-98, 2003.
- Carmo, A. I.; Antonino, A. C. D.; Netto, A. M.; Corrêa, M. M. Caracterização hidrodispersiva de dois solos da região irrigada do Vale do São Francisco. *Revista brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol.14, n.7, 2010.
- Ferreira, P. A.; Garcia, G. O.; Matos, A. T.; Ruiz, H. A.; Borges Junior, J. C. F. Transporte no solo de solutos presentes na água residuária de café conilon. *Acta Scientiarum - Agronomy*, v.28, p.29-35, 2006.
- Matos, A.T. de; Gariglio, H.A. de A.; Monaco, P.A.V.Lo. Deslocamento miscível de cátions provenientes da vinhaça em colunas de solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* v.17, n.7, p.743-749, 2013.
- Melo R. F.; Ferreira, P. A.; Matos, A. T.; Ruiz, H. A.; Oliveira, L. B. Deslocamento miscível de cátions básicos provenientes da água residuária de mandioca em colunas de solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.10, p.456-465, 2006.
- Nielsen, D. R.; Biggar, J. W. Miscible displacement: III, Theoretical considerations. *Soil Science Society of America Proceedings*, v.26, n.3, p.216-221, 1962.
- Oliveira, L.F.C.; Lemke-de-Castro, M.L.; Rodrigues, C.; Borges, J.D. Adsorção e deslocamento do íon cádmio em solos do cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.8, p.848-855, 2010.

Pierangeli, M. A. P.; Nóbrega, J. C. A.; Lima, J. M; Guilherme, L.R.G.; Arantes, S. A. C. M. Sorção de cádmio e chumbo em Latossolo Vermelho Distrófico sob efeito de calcário e fosfato. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.4, n.1, p.42-47, 2009.

Sampaio, S.C.; Caovilla, F.A.; Opazo, M.A.U. Nóbrega, L.H.P.; Suszek, M.; Smanhotto, A. Lixiviação de íons em colunas de solo deformado e indeformado. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.30, n.1, p.150-159, jan./fev. 2010.

Santos, J.S. dos; Lima, V.L.A. de; Junior, J.C.F.B.; Silva, L.V.B.D.; Azevedo, C.A.V. Mobilidade de solutos em colunas de solo com água residuária doméstica e de suinocultura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* v.14, n.11, p.1226–1233, 2010.

Silva, N. F.; Lelis Neto, J. A.; Teixeira, M. B.; Cunha, F.N.; Miranda, J. H.; Coelho, R. D. Distribuição de solutos em colunas de solo com vinhaça. *Irriga. Edição especial*, p.340-350, 2012.

Van Genuchten, M. TH.; Wierenga, P. J. (1986). Solute dispersion coefficients and retardation factors. In *methods of soil analysis. I. Physical and Mineralogical methods*. Soil Sci. Soc. Madison, Wis.

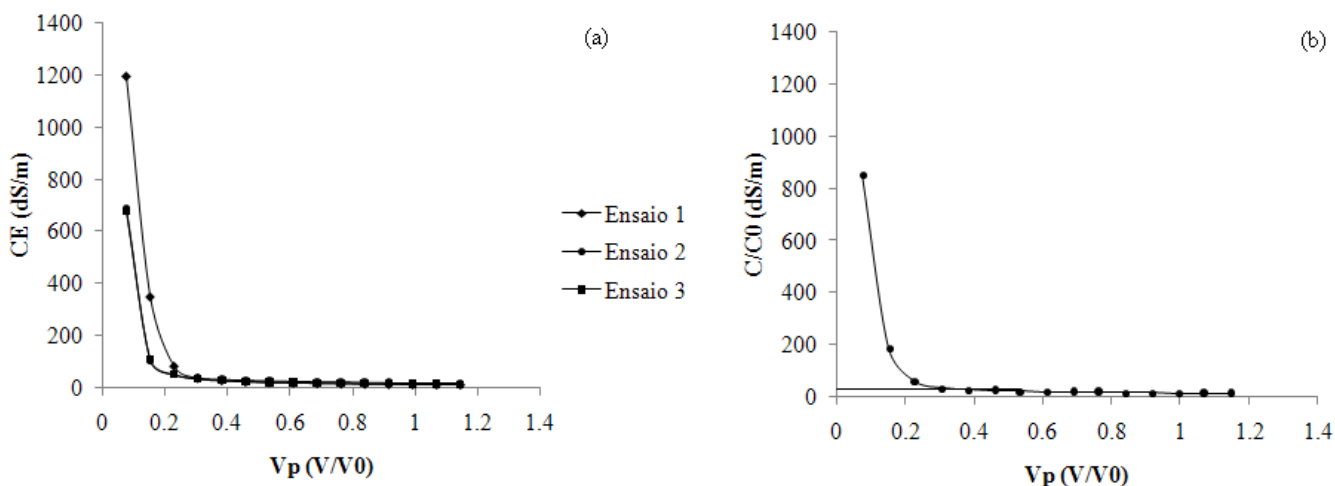


Figura 1. Dinâmica de lixiviação de íons (condutividade elétrica): (a) dos três ensaios e (b) curva média

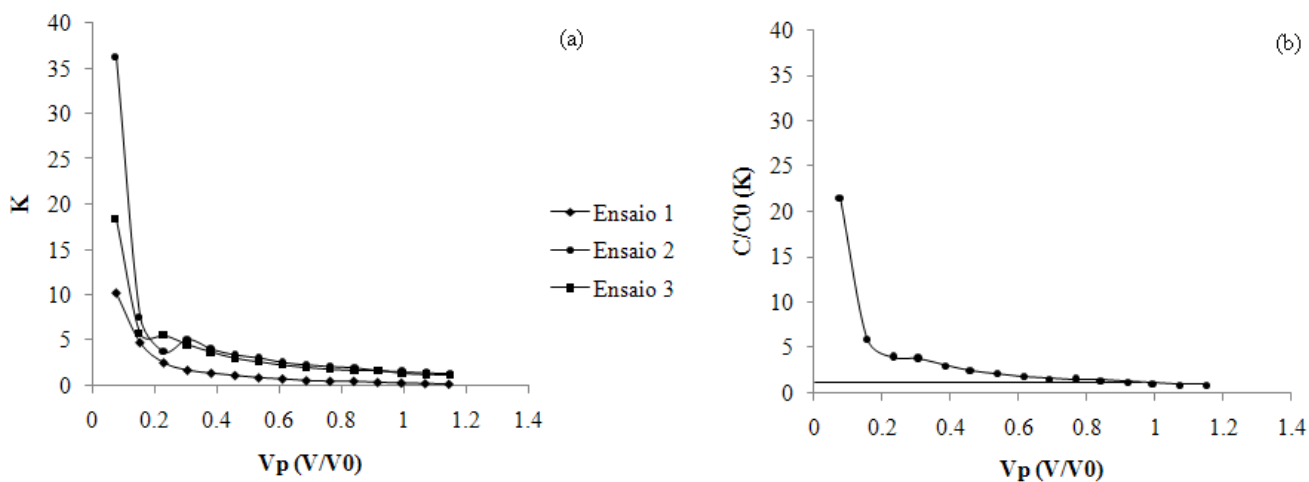


Figura 2. Dinâmica de lixiviação do potássio: (a) dos três ensaios e (b) curva média

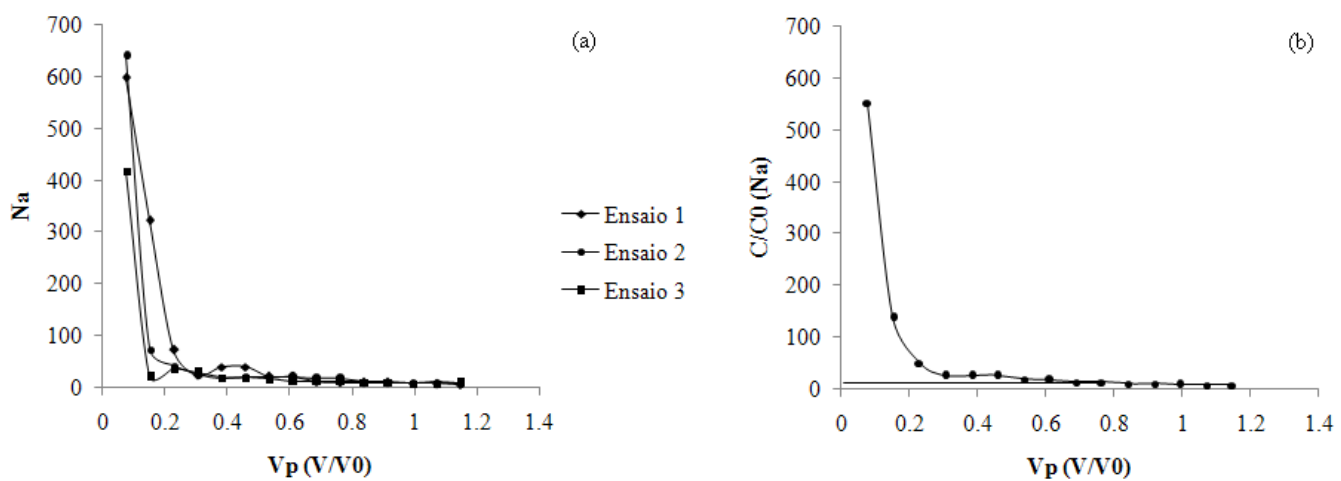


Figura 3. Dinâmica de lixiviação do sódio: (a) dos três ensaios e (b) curva média