



PRPG Pré-Reitoria de Pós-Graduação
PIBIC/CNPq/UFPG-2009

MOVIMENTO DE CÁTIONS BÁSICOS PRESENTES EM ÁGUA RESIDUÁRIA DE MANIPUEIRA EM COLUNAS DE SOLO

Tamyris Luana Pedroza Pereira¹, Vera Lúcia Antunes de Lima², Joelma Sales dos Santos³

RESUMO

Este trabalho avalia o movimento dos íons cálcio, sódio, potássio e magnésio provenientes de água residuária de manipueira em colunas de um Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico. Utilizou-se no experimento duas colunas de vidro com 6 cm de diâmetro e 26 cm de altura, preenchidas com 20 cm de solo possuindo agregados de até 2 mm, devidamente homogeneizados e levemente compactados. Com uma lâmina de água em torno de 2/3 da coluna de vidro, a coluna foi deixada dentro dos recipientes durante 24 h para realizar a saturação. Depois desse tempo, as colunas foram fixadas verticalmente em estrutura apropriada. As colunas foram interligadas a frascos de Mariotte contendo água destilada, por período suficiente para passagem de duas vezes o volume total de poros. Após completa infiltração da água destilada, frascos de Mariotte contendo a água residuária de manipueira foram interligados às colunas por um tempo suficiente para percolar o volume correspondente a três volumes de poros. O efluente foi coletado continuamente perfazendo o total de 20 amostras em cada coluna, com volume de poros de 0,15 cada, totalizando 80 amostras. Após a coleta dos efluentes, foram feitas análises para quantificar os teores de cálcio, sódio, potássio e magnésio. O cálcio foi o íon com maior coeficiente dispersivo-difusivo, o que pode ser indicativo da capacidade de retenção do Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico.

Palavras-chave: Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico, transporte de solutos, reuso

MOVEMENT OF BASIC CATIONS PRESENT IN WASTEWATER FROM CASSAVA IN SOIL COLUMNS

ABSTRACT

This study evaluates the movement of ions of calcium, sodium, potassium and magnesium from cassava wastewater in columns of a Eutrophic Red-Yellow Argissol. It was used in the experiment two glass columns of 6 cm in diameter and 26 cm of height, filled with 20 cm of soil having aggregates up to 2 mm, properly homogenized and slightly compressed. With a water depth around 2/3 of the glass column, the column was left within the containers for 24 hours to achieve saturation. After that time, the columns were fixed vertically in proper structure. The columns were linked to the Mariotte bottle containing distilled water for a period sufficient for passage of two times the total volume of pores. After complete infiltration of distilled water, bottles of Mariotte containing cassava wastewater were connected to the columns for a sufficient time for the percolating volume corresponding to three volumes of pores. The effluent was continuously collected achieving a total of 20 samples in each column, with pore volume of 0.15 each, totaling 80 samples. After collecting the effluent, analyses were performed to quantify the contents of calcium, sodium, potassium and magnesium. The calcium ion was the one with highest dispersive-diffusive coefficient, which may be indicative of retention capability of Eutrophic Red-Yellow Argissol.

Keywords: Eutrophic Red-Yellow Argissol, transport of solutes, reuse

¹ Aluna de Curso de Desenho Industrial, Unidade Acadêmica de Desenho Industrial, UFPG, Campina Grande, PB, E-mail: tamyrislpp@hotmail.com

² Engenheira Agrícola, Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Agrícola, UFPG, Campina Grande, PB, E-mail: antuneslima@gmail.com

³ Engenheira Agrícola, Aluna de Doutorado, Depto. de Engenharia Agrícola, UFPG, Campina Grande, PB, E-mail: joelma_salles@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

O meio ambiente vem sentindo os impactos da produção de resíduos oriundos de diversas atividades. Dessa forma, isso tem despertado a contaminação do solo e dos corpos de água, a partir de diferentes processos. Para MATOS (1995), a preocupação com a preservação ambiental cresce à medida que os resíduos agroindustriais são utilizados na agricultura, como forma de compatibilizar sua destinação final com as necessidades de fertilizantes das culturas.

Um dos principais fatores que justificam o uso de águas residuárias na agricultura refere-se à possibilidade de se reduzir o uso de fertilizantes químicos; outros, porém também merecem destaque, como a disponibilidade mais freqüente de água e a possibilidade de melhoria na qualidade dos solos e conseqüente aumento do rendimento dos cultivos permitindo, em alguns casos, a ampliação da fronteira agrícola, além de minimizar os aspectos negativos que esses resíduos promovem quando descarregados diretamente nos corpos de água (BERNARDES, 1986 e SAMPAIO, 1999). Por outro lado, a falta de informações sobre a qualidade da água a ser utilizada na agricultura pode propiciar efeitos deletérios nas propriedades físico-químicas do solo e no rendimento das culturas (MORAIS et al., 1998).

A manipueira é o resíduo líquido gerado nas indústrias de processamento da mandioca. Quando da fabricação da farinha de mesa e de fécula se faz necessária a retirada da água de constituição das raízes, operação realizada por compressão. Essa extração é realizada com a finalidade de economizar combustível na secagem (NORMANHA, 1982; PONTE, 1999). Esse processo gera, em média, 300 L de água residuária por tonelada de raízes processadas para produção de farinha (FIORETTO et al., 1997) e mais de 600 L na produção de fécula (CEREDA, 1990 citada por LEONEL & CEREDA, 1996). A manipueira "*in natura*", oriunda diretamente da prensagem da raiz de mandioca tem um potencial poluidor de 25 vezes a do esgoto doméstico.

Ao se movimentar no solo, a água leva os solutos, onde uma parte destes pode ser adsorvida ao complexo coloidal, outra absorvida pelas plantas e, ainda, uma terceira, parte precipitada. O movimento de solutos no solo se dá em decorrência do fluxo de massa, podendo também ocorrer por difusão, em resposta a gradientes de concentração, e por dispersão, em virtude das diferenças entre as velocidades de escoamento do fluido, dentro de poros individuais e entre poros de diferentes formas, tamanhos e direções. Além disto, ao serem transportados através do perfil do solo, os solutos reagem entre si e interagem com a fração sólida do solo, podendo ocorrer uma sucessão de processos físicos e químicos inter-relacionados. Estas interações envolvem características químicas, mineralógicas e físicas do solo, que podem ser influenciadas por uma série de fatores como acidez, temperatura, potencial de óxido redução, composição e concentração da solução do solo (PREVEDELLO, 1996).

A importância do estudo do transporte de solutos no solo reside no fato de que, a partir do conhecimento das propriedades e das interações de determinada substância química com o meio e de sua movimentação e persistência no solo, é possível se prever os riscos de contaminação e os impactos que ela pode causar ao meio ambiente (PIFFER, 1989).

A partir de modelos de simulação podemos proporcionar um entendimento melhor dos processos que ocorrem no solo, relativos ao deslocamento de solutos, constituindo-se em ferramentas aplicáveis a estudos de minimização de impactos ao ambiente. A especificidade da simulação da circulação da água no solo resulta da necessidade de se modelar as curvas de retenção da água e da condutividade hidráulica, envolvendo um conjunto reduzido de parâmetros específicos do solo em estudo (NEVES, et al., 2000). 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 este fim, são a velocidade da água no poro, os coeficientes de difusão-dispersão e o fator de retardamento, este último definido, por Valocchi (1984), como sendo a relação entre a velocidade do soluto reativo e a velocidade média da água no poro. O coeficiente de difusão-dispersão é um parâmetro físico que considera a difusão iônica e a dispersão mecânica na solução do solo (VAN GENUCHTEN e WIERENGA, 1986).

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo estudar o movimento dos íons cálcio, magnésio, sódio e potássio, presentes em água residuária manipueira, em colunas de Argissolo Vermelho - Amarelo Eutrófico.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Irrigação e Drenagem, LEID, da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, no município de Campina Grande, PB, com as seguintes coordenadas geográficas: 7° 15' 18" latitude sul, 35° 52' 28" de longitude oeste, com altitude média de 550 m.

Utilizou-se o solo Argissolo Vermelho - Amarelo Eutrófico coletado no município de Lagoa Seca, PB, classificado de acordo com a Embrapa (1999). Após a coleta a amostra de solo foi analisada no laboratório de Solos da Universidade Federal da Paraíba, de acordo com metodologia da Embrapa (1997), Tabela 1.

Tabela 1. Análise química da amostra do solo Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico, utilizado nos ensaios

pH	Na	Ca	Mg	H ⁺ +Al ²⁺	SB ¹	CTC ²	K	P	M.O ³
	----- cmol dm ⁻³ -----					----- mg dm ⁻³ ----- - g kg ⁻¹ -			
5,16	0,06	1,50	0,80	6,93	2,76	9,79	156,0	3,60	16,53

¹SB: Soma de Bases Trocáveis, ²CTC: Capacidade de Troca Catiônica e ³M.O: Matéria Orgânica

Após o processo de prensagem da mandioca coletou-se o resíduo líquido, manipueira, no município de Lagoa Seca, PB, em seguida foi feita a análise química no laboratório de análise de água e solo na Universidade Federal da Paraíba, Campus de Areia, Tabela 2.

Tabela 2. Caracterização da água residuária de manipueira

pH	CE	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO ₄ ⁻²	RAS ¹
	-mS cm ⁻¹ -	----- Mmolc L ⁻¹ -----						
3,68	7,81	15,50	16,25	59,51	68,01	42,67	1,18	14,94

¹Relação de Adsorção de Sódio; HCO₃⁻ e CO₃²⁻ - Ausentes

Utilizou-se no experimento colunas de vidro com 6 cm de diâmetro e 26 cm de altura, com uma folga de 6 cm não preenchidos com solo na parte superior daquelas. Essa folga nos proporciona carga hidráulica de aproximadamente 4 cm de coluna de líquido, permanecendo constante durante todo o experimento. Durante a montagem de cada coluna a densidade era monitorada para que todas as colunas tivessem a mesma encontrada em laboratório.



Figura 1. Montagem de uma coluna de lixiviação

Para evitar perda de solo durante o experimento, a base das colunas foi vedada com tela de nylon e lã de vidro com auxílio de uma braçadeira de metal.

As colunas foram preenchidas com 20 cm de solo possuindo agregados de até 2 mm, devidamente homogêneos e levemente compactados para que a densidade do solo na coluna fosse aproximadamente igual àquela determinada pelas análises.

A fim de proporcionar uniformidade na distribuição do líquido, na parte superior da coluna, sobre o solo, foi colocada lã de vidro.

Com uma altura de lâmina de água em torno de 2/3 da coluna de vidro, a coluna foi deixada dentro dos recipientes durante 24 h para realizar a saturação.



Figura 2. Vista geral da realização dos ensaios

Depois desse tempo, as colunas foram fixadas verticalmente em estrutura apropriada. A seguir, as colunas foram interligadas a frascos de Mariotte contendo água destilada, por período suficiente para passagem de duas vezes o volume total de poros. Após completa infiltração da água destilada, frascos de Mariotte contendo a água residuária doméstica tratada foram interligados às colunas por um tempo suficiente para percolar o volume correspondente a três volumes de poros. O efluente foi coletado continuamente perfazendo o total de 80 amostras de 0,15 volumes de poros cada.

Após a coleta dos efluentes foram feitas análise para quantificar os teores de cálcio, sódio, potássio e magnésio Com o auxílio do programa DISP foram calculados, o coeficiente de dispersão-difusão e os fatores de retardamento para cada um desses íons.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Encontram-se, na Tabela 3, os valores médios correspondentes ao coeficiente de dispersão-difusão (D) e ao fator de retardamento (R) para os íons cálcio, magnésio, sódio e potássio, obtidos por meio de ajuste do modelo físico para concentração no fluido, implementado no programa DISP, aos dados experimentais obtidos em ensaios com colunas de solo, preenchidas com Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico.

Tabela 3. Coeficientes dispersivo-difusivo e fatores de retardamento dos íons cálcio, magnésio, sódio e potássio para o solo Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico

Coeficiente dispersivo-difusivo ----- (cm ² h ⁻¹) -----				Fator de retardamento			
Cálcio	Magnésio	Sódio	Potássio	Cálcio	Magnésio	Sódio	Potássio
12,812	8,48	6,10	4,95	1,57	1,56	1,87	2,04

Valores mais elevados dos coeficientes de difusão-dispersão estão relacionados a menores inclinações das curvas de efluente e, conseqüentemente, ao alargamento da faixa de mistura entre as soluções deslocadora e deslocada no perfil do solo, tornando os acréscimos na concentração relativa baixos, para acréscimos no número de volume de poros (NIELSEN e BIGGAR, 1962; ALVAREZ et al., 1985).

O fator de retardamento expressa as interações entre as fases líquida e sólida que ocorrem durante a percolação da solução deslocadora no solo. O maior valor de R para o potássio indica maior interação desse íon com o solo. O cálcio foi o íon com maior coeficiente dispersivo-difusivo, o que pode ser indicativo da capacidade de retenção do Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico desse íon a medida em que a frente de umedecimento da solução aplicada avança no perfil desse solo

Na Figura 1 estão as curvas de efluentes para os íons cálcio, magnésio, sódio e potássio, obtidas a partir do volume de poros e a concentração relativa de cada um desses na manipueira.

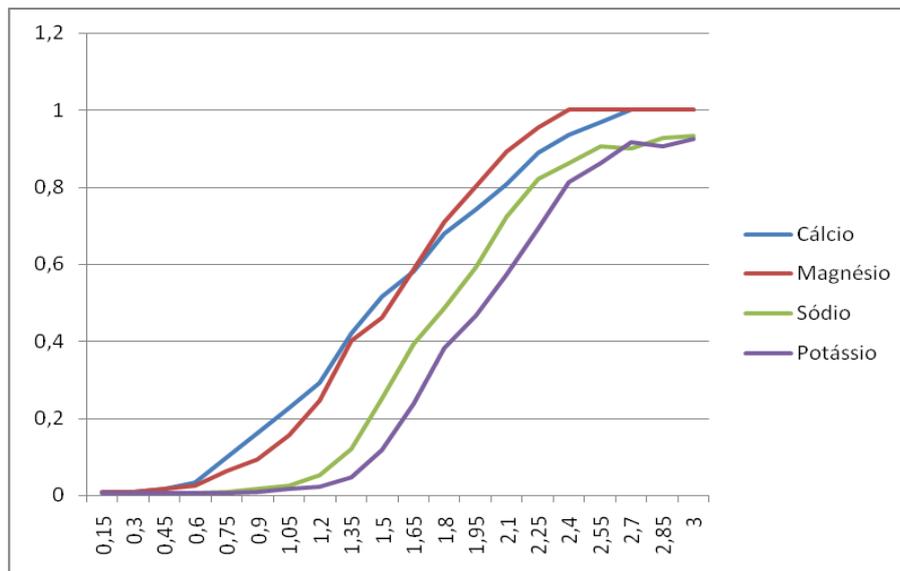


Figura 1. Curvas de efluente, para os íons cálcio, magnésio, sódio e potássio, observadas durante os ensaios conduzidos com o Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico e manipueira

Pode-se obter, a partir da curva de eluição, informações da existência ou não de interação da solução com a fração sólida do solo. Segundo NIELSEN e BIGGAR (1962) quando na curva o valor correspondente à concentração relativa 0,5 é maior que 1 volume de poros, isto é, a curva de efluente se apresenta deslocada para a direita, significa que, ao escoar através do perfil do solo, parte do soluto é adsorvida, indicando um fator de retardamento maior que a unidade. Quanto maior a distância do valor unitário maior será o fator de retardamento, maior será a interação soluto-solo. O fator de retardamento de um soluto reflete o deslocamento da curva de efluente para a direita (quando maior que 1) ou para a esquerda (quando menor que 1), representando a interação solo-soluto. Observa-se que todas as curvas tiveram o mesmo comportamento, deslocamento para a direita.

CONCLUSÕES

- Os valores dos coeficientes dispersivos-difusivos decresceram no sentido Cálcio, magnésio, sódio e potássio.
- O maior fator de retardamento 2,04 para o potássio indica maior retenção desse íon pelo Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico.

AGRADECIMENTOS

A UFCG e ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, J.; HERGUEDAS, A.; ATIENZA, J.; BOLADO, S. **Modelización numérica y estimación de parámetros para la descripción del transporte de solutos en columnas de suelo en laboratorio**. Madrid: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. p. 69, 1985.
- BIGGAR, J.W.; NIELSEN, D.R. Miscible displacement: II. Behavior of tracers. **Soil Science Society Proceedings**, v.26, n.2, p.125-128, 1962.
- BERNARDES, R.S. **Estabilização de poluentes por disposição no solo**. Revista DAE, São Paulo, v.46, n.145, p.129-150, 1986.
- CEREDA, M.P. Resíduos da industrialização da mandioca no Brasil. São Paulo: Paulicéia, 1994. 174 p.
- FIORETTO, R. **Uso da manipueira em fertirrigação**. In: CEREDA, M. P. (Ed.). Resíduos da industrialização da mandioca no Brasil. São Paulo: Paulicéia, 1994. p. 51-80.
- LEONEL, M.; CEREDA, M.P. Variabilidade de uso da manipueira como substrato de processo biológico. I: Caracterização do substrato armazenado a temperatura ambiente. **Revista Brasileira de Mandioca**. Cruz das Almas, v.15, n.1/2, p.7-14, 1996.

MATOS, A.T. **Fatores de retardamento e coeficientes de dispersão–difusão do zinco, cádmio, cobre e chumbo, em solos do município de Viçosa.** 80 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.

MORAIS, E.; MAIA, C.; OLIVEIRA, M. Qualidade da água para irrigação em amostras analíticas do banco de dados do Departamento de Solos e Geologia da Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró – RN. **Caatinga**, v.11, n.1/2, p.75-83, 1998.

NEVES, R.; CHAMBEL-LEITÃO, P.; LEITÃO, P.C. **Modelação numérica da circulação da água no solo, o modelo mohid.** **Pedologia**, v.28, p.46-55. 2000.

NIELSEN, D.R.; BIGGAR, J.W. Miscible displacement: III, Theoretical considerations. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v.26, n.3, p.216-221, 1962.

NORMANHA, E.S. **Derivados da mandioca: Terminologia e conceitos.** Campinas: Fundação Cargill, 1982. 56p.

PIFFER, R. **Movimento e degradação de Aldicarb e Sulfona de Aldicarb em dois diferentes solos,** 1989. 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - ESAL Lavras, 1989.

PONTE, J. J. **Cartilha da manipueira: Uso do composto como insumo agrícola.** Fortaleza: Secretaria de Ciência e Tecnologia, 1999. 53 p.

PREVEDELLO, C.L. **Física de solos com problemas resolvidos.** Curitiba: SAEFAS. 1996.

SAMPAIO, S.C. **Perda de carga em tubulações comerciais conduzindo águas residuárias da bovinocultura e suinocultura,** 1999. 180 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.

VAN GENUCHTEN, M.T.H.; VAN DAVIDSON, J.M.; WIERENGA, P.J. An evaluation of kinetic and equilibrium equations for the prediction of pesticide movement through porous media. **Soil Science Society of America Proceedings**, n.38, p.29-35, 1974.

VALOCCHI, A.J. Describing the transport of ion-exchanging contaminants using an effective Kd approach. **Water Resources Research**, v.20, p.499-503, 1984.