

Solo e Zeólita na Retenção de Íons Contidos na Vinhaça⁽¹⁾

Alexandre Boari de Lima⁽²⁾; Samara Martins Barbosa⁽³⁾; Gabriela Lúcia Pinheiro⁽⁴⁾; José Maria de Lima⁽⁵⁾; Geraldo César de Oliveira⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos de Fapemig, CNPq e Capes.

⁽²⁾ Graduando em Química; Universidade Federal de Lavras; Lavras, MG; alexandreboari@gmail.com; ⁽³⁾ Mestranda em Ciência do Solo; Universidade Federal de Lavras; ⁽⁴⁾ Pós-doutoranda em Ciência do Solo; Universidade Federal de Lavras; ⁽⁵⁾ Professor do Departamento de Ciência do Solo; Universidade Federal de Lavras.

RESUMO: Vinhaça é um subproduto da indústria alcooleira e tem sido descartada em solo e, muitas vezes, em cursos d'água. Os solos podem atuar como filtros e reter íons; alguns são nutrientes para as plantas, como é o caso do potássio. Em excesso, esses íons podem promover alterações no solo, como a dispersão de partículas, e a própria vinhaça pode vir a contaminar mananciais hídricos, quando lançadas nesses locais. Neste trabalho avaliou-se a capacidade do solo, juntamente com a zeólita, em reter íons presentes na vinhaça, visando torna-la menos impactante. Foi empregado material de Latossolo Vermelho distroférico misturado com zeólita (10 e 20%) em colunas de PVC. Alíquotas de 500 mL de vinhaça foram passadas pelas colunas e o lixiviado foi analisado por cromatografia iônica. Os teores de Na⁺, Ca²⁺ e Cl⁻ no filtrado foram maiores que seus teores originais na vinhaça. Houve retenção de K⁺, Mg²⁺, F⁻ e SO₄²⁻ na coluna, mostrando o potencial do sistema em reter estes íons presentes na vinhaça.

Palavras-chave: subproduto, Latossolo, sorção, contaminação.

INTRODUÇÃO

A vinhaça, ou vinhoto, é um subproduto da produção de cachaça e álcool a partir da cana-de-açúcar e apresenta, de maneira geral, elevadas concentrações de nitrato, potássio e matéria orgânica (Silva et al, 2007). Devido o seu alto poder poluente, cerca de cem vezes maior que o do esgoto doméstico (Freire & Cortez, 2000), o descarte deste resíduo em cursos d'água ou a aplicação inadequada no solo pode causar prejuízos ao meio ambiente.

Dependendo das condições tecnológicas da destilaria, a quantidade de vinhaça produzida pode variar de 10 a 18 L por litro de álcool produzido (Silva et al, 2007). Isso constitui, de certo modo, um problema, devido à alta geração deste subproduto o que pode levar a uma elevada taxa de aplicação no solo, podendo haver a lixiviação de vários íons,

sobretudo o nitrato e o potássio para o lençol freático.

Os solos, por apresentarem superfícies coloidais capazes de adsorver elementos orgânicos e inorgânicos, podem atuar como filtros na retenção de íons e outras substâncias (Silva et al, 2007). A zeólita também pode atuar na retenção de íons, devido a suas propriedades de adsorção e troca de íons (Harland et al, 1999), sendo muito utilizada como filtro industrial (Bernardi et al, 2008), podendo também liberar íons presentes na sua estrutura. Zeólitas são aluminossilicatos cristalinos hidratados de estrutura aberta, constituída por tetraedros de SiO₄ e AlO₄ ligados entre si por átomos de oxigênio. (Luna & Schuchardt, 2001).

Nesse contexto, objetivou-se avaliar a capacidade de uma amostra de Latossolo Vermelho distroférico (LVdf), misturado com duas proporções de zeólita (10 e 20%), em atuar como filtros na retenção de íons advindos da vinhaça.

MATERIAL E MÉTODOS

O sistema de filtração foi montado utilizando-se tubos de PVC (30 cm de comprimento e 4,7 cm de diâmetro interno) preenchidos até 28 cm com solo e zeólita com granulometria inferior a 325 MESH. Os tubos foram forrados com tela quadriculada (4 mm²) seguida por um forro de pano e 10 g de areia (passadas em peneira de 2 mm) para evitar a perda de material sólido (**Figura 1**).

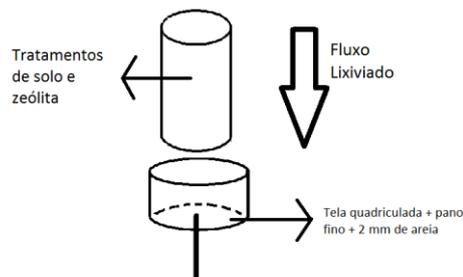


Figura 1 – Esquema do processo de filtração à gravidade nas colunas de solo + zeólita.

O experimento foi realizado em triplicata e os tratamentos se constituíram de uma amostra de horizonte superficial (0-20cm) de LVdf (**Tabela 1**) e zeólita nas seguintes proporções: 90% de solo + 10% de zeólita; 80% de solo + 20% de zeólita.

Tabela 1 – Principais atributos químicos do solo

pH	Ca	Mg	Al	H + Al	P	K
	----- cmol _c dm ⁻³ -----					mg dm ⁻³
5,4	1,2	0,1	0,5	5,0	1,0	23,0

A zeólita utilizada possui a fórmula molecular (Na,K,Ca)₂₋₃Al₃(Al,Si)₂Si₁₃O₃₆.12H₂O e foi obtida comercialmente.

A vinhaça foi adquirida em uma cachaçaria da região de Lavras (MG) e após a coleta foi armazenada em bombonas plásticas e mantida em câmara fria. Foi realizada a caracterização química do subproduto (**Tabela 2**) por cromatografia iônica em um aparelho da marca Dionex, modelo ICS 1100.

Alíquota de 500 mL da vinhaça foi passada pela coluna (**Figura 1**) e o filtrado foi coletado para caracterização química utilizando o mesmo cromatógrafo iônico descrito acima. De posse dos resultados da vinhaça, antes e após passagem pelo sistema de filtragem, bem como dos volumes de cada lixiviado coletado, foi realizado o cálculo das quantidades de íons adsorvidos no sistema.

Análise estatística

As médias dos teores de íons na vinhaça após a passagem pelo filtro e as médias da porcentagem de íons retidos nas colunas foram apresentadas com seus respectivos desvios-padrão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de K⁺, Mg²⁺, F⁻ e SO₄²⁻, após passagem pela coluna contendo a mistura de solo e zeólita, foram menores que os teores originais destes íons na vinhaça (**Tabelas 2 e 3**). Verifica-se que 97,5 e 96,8% do K adicionado foi adsorvido nos tratamentos com 10 e 20%, de zeólita, respectivamente (**Figura 2**). A elevada adsorção de K⁺ pelo sistema pode ser atribuída à carga negativa na rede zeolítica, podendo esta atuar como trocadores catiônicos (Breck, 1974). Essa troca catiônica removeu Na⁺ e Ca²⁺, que também fazem parte da constituição da zeólita, aumentando as quantidades desses íons no filtrado em 37,6 e 39,4

vezes, para o Na⁺, e 2,4 e 3,1 vezes, para o Ca²⁺, para 10 e 20% de zeólita respectivamente, relativamente ao valor adicionado na coluna.

A vinhaça é rica em K e sua aplicação ao solo, ao longo dos anos, pode elevar a concentração de sais e o potencial de risco de salinização (Madejon et al, 2001) podendo causar encrustamento superficial no solo. Desta forma, a filtração da vinhaça é necessária para diminuir a concentração de íons. Além do K⁺, foi verificada elevada retenção (acima de 80%) dos ânions F⁻ e SO₄²⁻. O solo utilizado na coluna foi o LVdf, que é caracterizado por elevado grau de intemperismo e alta retenção de fosfato e sulfato (Parfitt, 1978), portanto, um bom retentor de ânions. Pode-se perceber também, nos dados contidos na **Figura 2**, que não houve diferença entre os tratamentos 10 e 20.

CONCLUSÕES

O sistema de filtração com Latossolo Vermelho distroférico (LVdf) e zeólita possibilitou a retenção de K⁺, Mg²⁺, F⁻ e SO₄²⁻.

O valor de condutividade elétrica da vinhaça filtrada foi menor em relação a não filtrada para o tratamento 1 (10% zeólita) e maior para o tratamento 2 (20% zeólita).

Os teores de Na, Ca e Cl aumentaram após passar pelo sistema de filtração, tendo sido removidos da zeólita.

REFERÊNCIAS

- BERNARDI, A. C. C. et al. Potencial do uso de Zeólitas na Agropecuária, Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP, 2008.
- BRECK, D.W. Zeolite molecular sieves. Malabar-EUA: Robert E. Krieger Publishing Company, 1974.
- FREIRE, W. J.; CORTEZ, L. A. B. Vinhaça de cana-de-açúcar. Guaíba: Agropecuária, 2000. 203p.
- GATTO, R. H. Lodo de esgoto e vinhaça como fonte de cálcio, magnésio e potássio para a cultura da cana-de-açúcar. 107 f. Dissertação (Doutorado em Produção Vegetal Agronomia) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.
- HARLAND, J. et al. Further Experiences with recycled Zeolite as a Substrate for the Sweet Pepper Crop. Acta Hort. n.481, p. 187-196
- ROSSETO, A. J. Utilização agrônômica dos subprodutos e resíduos da indústria açucareira e alcooleira. In: Paranhos, S.B. (ed.). Cana-de-açúcar: Cultivo e



XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO

28 de julho a 2 de agosto de 2013 | Costão do Santinho Resort | Florianópolis | SC

3

Utilização. Campinas: Fundação Cargill, 1987, v.2, p.435-504.

SILVA, M. A. S. et al. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.11, n.1, 108-114, 2007.

MADEJÓN, E. et al. Agricultural use of three (sugar-beet) vinasse composts: effect on crops and chemical properties of a Cambisol soil in the Guadalquivir river valley (SW Spain). Agriculture, Ecosystems and Environment. V.84, p.55-65, 2001.

PARFITT, R.L. Anion adsorption by soils and soil materials. Adv. Agron. 30:1-50, 1978.

Tabela 2 – Características químicas da vinhaça.

pH	CE	CT ⁽¹⁾	COT ⁽¹⁾	Cl ⁽¹⁾	Ca ²⁺⁽²⁾	Mg ²⁺⁽²⁾	Na ⁺⁽²⁾	K ⁺⁽²⁾	F ⁻⁽²⁾	Cl ⁻⁽²⁾	SO ₄ ²⁻⁽²⁾
	mS cm ⁻¹	g L ⁻¹			mmol L ⁻¹						
3,3	2,8	10,5	10,3	0,15	3,18	4,97	0,41	9,17	46,1	8,68	1,72

¹ Determinado em analisador Elementar TOC; ² Cromatografia iônica Obs.: 1) as amostras analisadas por cromatografia iônica foram previamente diluídas e filtradas em filtro de 0,45 µm.; 2) Os teores de NO₃⁻ e PO₄³⁻ na vinhaça estão abaixo do L.D. CE: condutividade elétrica; CT: carbono total; COT: carbono orgânico total; Cl: carbono inorgânico.

Tabela 3 – Condutividade elétrica e quantidade de íons na vinhaça após passagem pelas colunas.

Coluna	CE	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	F ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
	ms cm ⁻¹	mmol L ⁻¹						
LVdf + zeólita (10%)	2,41	15,41 ± 0,7	0,35 ± 0,007	2,74 ± 0,08	7,56 ± 0,04	9,45 ± 2,8	9,94 ± 0,2	0,45 ± 0,19
LVdf + zeólita (20%)	3,22	16,15 ± 0,4	0,48 ± 0,007	3,62 ± 0,16	10,0 ± 0,56	15,1 ± 1,1	10,9 ± 0,1	0,67 ± 0,03

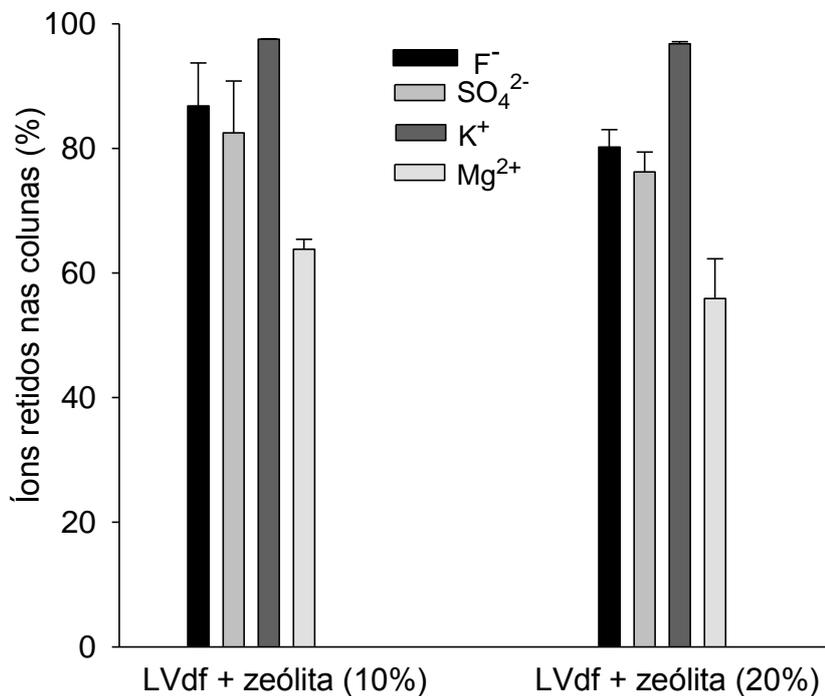


Figura 2 – Porcentagem de retenção de íons nas colunas.