

## Efeito de Dois Extratores na Remoção de Sódio em Resíduos de Perfuração de Poços de Petróleo.

**Jair do Nascimento Guedes<sup>(1, 7)</sup>; Davi Alves Lopes<sup>(2, 7)</sup>; Filipe Soares Diniz de Paiva<sup>(3, 7)</sup>; Simone Ceciliano Ventura<sup>(4, 7)</sup>; Fabio Freire de Souza<sup>(5, 7)</sup>; Nelson Moura Brasil do Amaral Sobrinho<sup>(6, 7)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Doutorando do Curso de Pós-graduação em Agronomia – Ciência do solo, [jgrural@yahoo.com.br](mailto:jgrural@yahoo.com.br); <sup>(2)</sup> Discente do Curso de Agronomia, Bolsista PIBIC/CNPq; <sup>(3)</sup> Discente do Curso de Agronomia, Bolsista FAPUR; <sup>(4)</sup> Discente do Curso de Química, Laboratório de Química e Poluição dos Solos; <sup>(5)</sup> Discente do Curso de Agronomia, Bolsista FAPERJ; <sup>(6)</sup> Professor Titular da UFRRJ; <sup>(7)</sup> Departamento de Solos do Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro -UFRRJ, Seropédica, RJ, CEP: 23890-000.

APOIO: CPGA-CS/UFRRJ

**RESUMO:** É consenso, a nível internacional, que o potencial dos resíduos provenientes das atividades industriais de causar danos à saúde e ao meio ambiente pode ser minimizado quando um gerenciamento adequado é utilizado. Com isso as atividades petrolíferas vêm sendo conduzidas em condições cada vez mais restritivas do ponto de vista ambiental e não tem medido esforços para a prevenção dos danos ambientais em todas as suas operações. Entretanto, a muito de ser feito a respeito da redução do impacto dos resíduos gerados pelas operações das indústrias de petróleo. Como resultado da atividade exploratória há o descarte de cascalho revestido com fluido de perfuração. Os fluidos de perfuração são misturas complexas de sólidos, líquidos e produtos químicos. O objetivo deste trabalho é avaliar o potencial de remoção de sódio nos diferentes resíduos de perfuração de poços de petróleo. Dessa forma, os resíduos foram submetidos a dois diferentes extratores, filtrados e nos extratos obtidos foram realizadas a quantificação de sódio. Verificou-se que os extratores apresentaram potencial de remoção, principalmente devido à alta solubilidade do sódio e que a proporção 1:5 foi a que obteve melhores respostas de remoção.

**Palavras-Chave:** Cloreto de magnésio, água, cascalho de perfuração.

### INTRODUÇÃO

O crescente aumento das atividades industriais e de mineração aliado ao uso inadequado de fertilizantes e pesticidas no solo têm contribuído para a contaminação do solo, cursos de água e lençol freático por metais pesados e outros contaminantes orgânicos e inorgânicos. As indústrias de petróleo, por exemplo, durante sua exploração e também no consumo dos materiais explorados tem causado grandes impactos ambientais. Pois, em suas operações, a indústria petrolífera produz efluentes líquidos, gasosos e resíduos sólidos que podem ser nocivos ao meio ambiente e à saúde pública. No entanto, através da

adesão a leis e regulamentos, elaborados por meio de consultas a todos os envolvidos, e tendo por objetivo os padrões internacionais, os efeitos nocivos podem ser reduzidos a níveis aceitáveis. Poluentes em potencial podem deixar de ser uma preocupação quando convenientemente tratados e adequadamente dispostos ou reciclados (Souza & Lima, 2002). Não obstante, o impacto ambiental da atividade é inevitável, haja vista que, notadamente são gerados rejeitos.

Atualmente, têm sido amplamente discutidos estudos que poderiam indicar a viabilidade de uso de resíduos na agricultura, mas, para tornar possível o uso desses resíduos, são necessários estudos agrônômicos. Além de estudos agrônômicos temos que avaliar o comportamento desse resíduo no solo ao longo do tempo, e verificar se há a possibilidade de ocorrer contaminação do ambiente agrícola, pois poderiam ser fontes de metais pesados ou outros elementos tóxicos. Por isso, se faz necessária adotar ações para quantificar e caracterizar os resíduos gerados, de modo a definir os sistemas de tratamento ou condicionamento mais adequados, bem como o seu reaproveitamento e até mesmo a reciclagem. Diversos trabalhos apresentam bons resultados com a utilização de resíduos na agricultura, como a elevação do pH, disponibilização de nutrientes e melhorias nas propriedades físico-químicas dos solos (Cabral et al., 2008; Oliveira et al.; 2008, Chiba et al., 2008a), representando benefício social, devido ao descarte menos impactante no ambiente, além de benéfico economicamente (Zonta et al., 2005).

Com isso as atividades petrolíferas vêm sendo conduzidas em condições cada vez mais restritivas do ponto de vista ambiental e não tem medido esforços para a prevenção dos danos ambientais em todas as suas operações. Entretanto, a muito de ser feito a respeito da redução do impacto dos resíduos gerados pelas operações das indústrias de petróleo. Como resultado da atividade exploratória há o descarte de cascalho revestido com fluido de perfuração. Estes fluidos de perfuração apresentam misturas complexas de sólidos, líquidos, produtos químicos e, por vezes, até gases. O objetivo deste

trabalho é avaliar o potencial de remoção de sódio nos resíduos de perfuração de poços de petróleo.

### MATERIAL E MÉTODOS

Os resíduos foram provenientes de diferentes equipamentos denominados de secador e centrífugas 1 e 2. Antes, as amostras foram secadas ao ar, destorroadas e em seguida formadas suas compostas, sendo posteriormente homogeneizada, **Figura 1**. E em seguida foram determinados os teores totais de sódio em cada resíduo de perfuração ISO 11466 (1995).



**Figura 1.** Preparo dos resíduos de perfuração de poços de petróleo (Poço 7-MGP98-D BA e Poço 7-SMC 50-D AL), respectivamente.

Posteriormente os resíduos foram submetidos a dois extratores: extrator água destilada e o outro de maior força iônica, cloreto de magnésio 1 mol.L<sup>-1</sup>. O objetivo deste ensaio foi verificar o potencial de remoção de cada extrator e qual a melhor relação resíduo/solução que pode ser adotada. Dessa forma, foram pesadas 5g de cada resíduo, sendo peso constante e variação do volume da solução extratora, com as seguintes proporções: 1:4, 1:5 e 1:6. Em seguida, as amostras foram agitadas por 30 minutos com rotação de 200 RPM, em mesa agitadora orbital e para separação das fases sólida e líquida, foi utilizada filtração lenta.

Este ensaio denominado de dinâmico foi composto por 28 resíduos x 2 fontes extratoras x 3 diferentes relações resíduo/solução x 3 repetições, totalizando 504 unidades experimentais.

### Análise estatística

Foram efetuadas as seguintes análises estatísticas: Teste de Lilliefors para verificação da normalidade, Teste de Cochran e Bartlett para verificar a homogeneidade das variâncias, análise de variância e comparação dos dados utilizando-se teste de médias Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram feitas por meio do Programa Estatístico SAEG Versão 9.0 (Fundação Arthur Bernardes na UFV, Viçosa - MG).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

As compostas dos resíduos foram então avaliadas quanto aos seus teores totais, sendo apresentada a particularidade de cada resíduo. Os provenientes de poços de petróleo da Bahia, por exemplo, apresentaram teores totais de sódio elevadíssimos quando comparados com os resíduos provenientes de poços de perfuração de petróleo de Alagoas o que pode estar associado com a composição do fluido utilizado nos 2 diferentes poços de petróleo. No entanto, independente da origem do resíduo, os valores encontrados foram superiores a normalidade dos preconizados na literatura, **Tabela 1**.

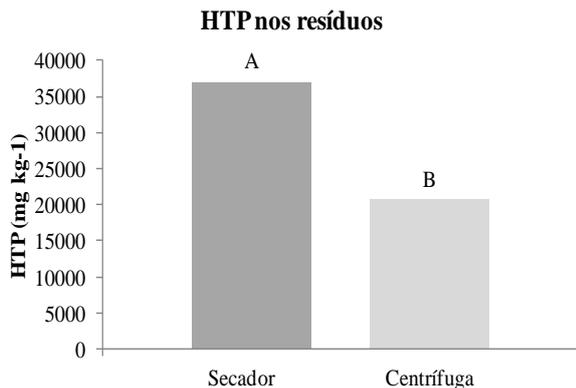
**Tabela 1.** Teores totais de sódio (mg.kg<sup>-1</sup>) nos resíduos de cascalho de perfuração de petróleo - Bahia e Alagoas, respectivamente.

Resíduos	Sódio (Bahia) Poço 7-MGP98-D	Sódio (Alagoas) Poço 7-SMC 50-D
1ªCentrífuga1	3715*	1107*
1ªCentrífuga2	8740	1573
2ªCentrífuga1	12062	1660
2ªCentrífuga2	13666	1573
3ªCentrífuga1	54689	2593
3ªCentrífuga2	-	1165
4ªCentrífuga1	20481	-
5ªCentrífuga1	21978	-
6ªCentrífuga1	9250	-
7ªCentrífuga1	15034	-
1ª Secador	4132	1398
2ªSecador	9060	2447
3ªSecador	23550	1690
4ªSecador	16202	1893
5ªSecador	10913	2039
6ªSecador	9250	13109
7ªSecador	5637	-

\*Média de 3 repetições

Na avaliação do potencial de remoção, os resultados são demonstrados nas **Figuras 3 e 4**. Nota-se que de um modo geral, o potencial de extração foi bem eficiente nos resíduos oriundos de poços de perfuração de petróleo da Bahia, no entanto, esta remoção foi mais bem pronunciada quando os resíduos são provenientes das centrífugas quando comparadas com o percentual de remoção dos resíduos oriundos do secador. Este fato pode estar associado devido os resíduos provenientes das centrífugas apresentarem maiores quantidades de fluido em relação ao material de origem (rocha), o que pode ser explicado pelos altos percentuais de sódio removido da matriz. Contudo, é possível afirmar que o sódio presente nos resíduos provenientes do secador tem uma maior adsorção

com a superfície do material de origem, dificultando o poder de remoção do elemento. Esses resultados também podem estar associados aos valores de HTP (Figura 2) encontrados nas amostras de resíduos provenientes dos secadores e centrífugas (Magalhães, 2011).



**Figura 2.** Teores de hidrocarbonetos totais de petróleo nos resíduos do secador e da centrífuga. Fonte: Magalhães, 2011.

Esta relação foi verificada de modo inverso, ou seja, quando o percentual de remoção de sódio é maior os valores de HTP são menores, e o contrário também foi verificado.

Avaliando a eficiência de extração dos dois extratores utilizados, verificou-se que o cloreto de magnésio foi mais eficiente quando comparado com o extrator água na remoção do metal analisado. Esta resposta já era esperada, pois a força iônica do extrator cloreto de magnésio  $1 \text{ mol.L}^{-1}$  é maior favorecendo o deslocamento do sódio adsorvido para a solução. No entanto, os resultados mostraram que a diferença do poder de remoção dos dois extratores avaliados foram pouco significativos e isto pode ser um ponto positivo para recomendar o uso em grandes escalas.

Com relação às diferentes proporções adotadas para extração, observou-se que praticamente em todos os resíduos o potencial de extração foi o mesmo, ou seja, as diferenças na relação resíduo/solução não foram suficientes para estimar, de um modo geral, qual proporção foi mais eficiente para a remoção do sódio nos resíduos. No entanto, durante os ensaios foi possível observar que a proporção 1:5 é a relação mais adequada para recomendar o uso em grandes escalas, devido ao consumo de solução ser menor quando comparado à proporção de 1:6 e o volume de extrato final ser maior quando comparado na extração utilizando a proporção 1:4.

## CONCLUSÕES

O percentual de remoção do elemento sódio foi mais bem pronunciado nos resíduos provenientes da centrífuga do que nos resíduos oriundos do secador.

Todas as amostras analisadas da centrífuga apresentaram percentagens superiores a 70% de remoção para o extrator cloreto de magnésio.

O extrator cloreto de magnésio, em módulo, foi mais eficiente quando comparado com o extrator água.

Os teores totais de sódio nos resíduos provenientes dos poços de perfuração de petróleo da Bahia são superiores aos encontrados nos de Alagoas.

## AGRADECIMENTOS

Laboratório de Química e Poluição de solos – UFRRJ, FAPERJ, FAPUR, CNPq e CAPES.

## REFERÊNCIAS

- CABRAL, F.; RIBEIRO, H.M.; HILÁRIO, L.; MACHADO L.; VASCONCELOS, E. Use of pulp mill inorganic wastes as alternative liming materials. *Bioresource Technology*, v. 99, p. 8294–8298. 2008.
- CHIBA, M. K.; MATTIAZZO, M.E.; OLIVEIRA, F.C. Cultivo de cana-de-açúcar em Argissolo tratado com lodo de esgoto. I - Disponibilidade de nitrogênio no solo e componentes de produção. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32 p. 643-652, 2008.
- OLIVEIRA, D.Q.L de.; CARVALHO, K.T.G.; BASTOS, A.R.R.; ALVES DE OLIVEIRA, L.C.; MELO MARQUES, J.G.S.; NASCIMENTO, R.S.M.P. Utilização de resíduos da indústria de couro como fonte nitrogenada para o capim-elefante. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, p. 417-424, 2008.
- ISO 11466 International Standard: Soil quality— Extraction of trace elements soluble in aqua regia, 1995, 24p.
- MAGALHÃES, M.O.L. Dinâmica do bário em solos contaminados por resíduos oriundos da perfuração de poços de petróleo. 2011. 161f. Tese (Doutorado em Agronomia, Ciência do Solo). Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.
- SOUZA, P.J.B de.; LIMA, V. L. de. Avaliação das Técnicas de Disposição de Rejeitos da Perfuração Terrestre de Poços de Petróleo. Universidade Federal da Bahia Escola Politécnica Departamento de Hidráulica e Saneamento. Salvador, BA. 2002.
- ZONTA, E.; LIMA, E.; BALIEIRO, F.; CEDDIA, M.B.; AMARAL SOBRINHO, N.M.B.; FREITAS, F.C.; VILLELA, A.L.O. Avaliação de sítios de disposição, no solo, de Resíduos da Exploração e Produção, Relatório Parcial. PETROBRAS-PDP/TEP nº 005, 2005.

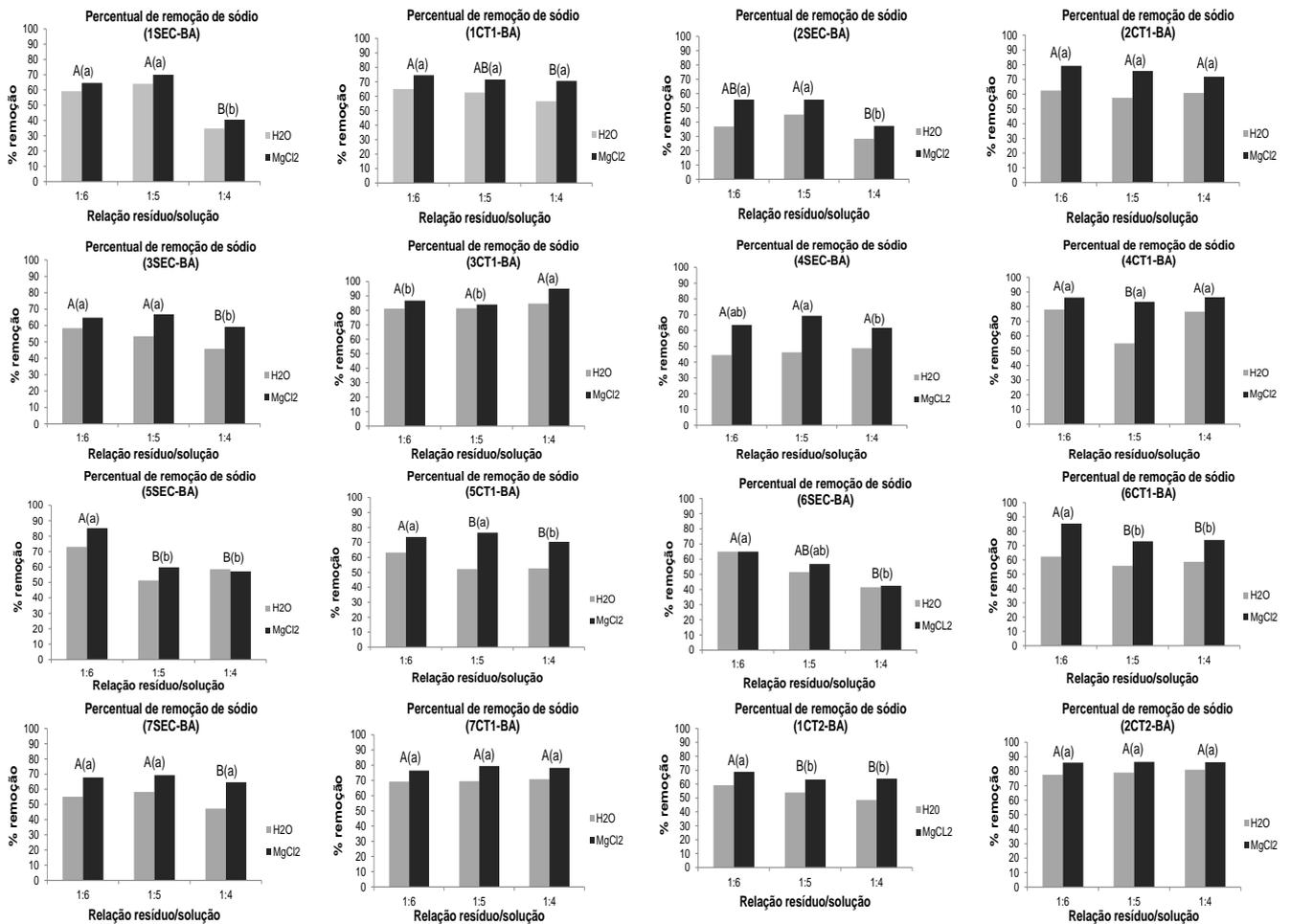


Figura 3. Percentual de remoção de sódio em diferentes compostas de resíduos de poços de perfuração de petróleo – Bahia. Letras maiúsculas iguais não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de tukey para o extrator água; e minúsculas para o extrator cloreto de magnésio.

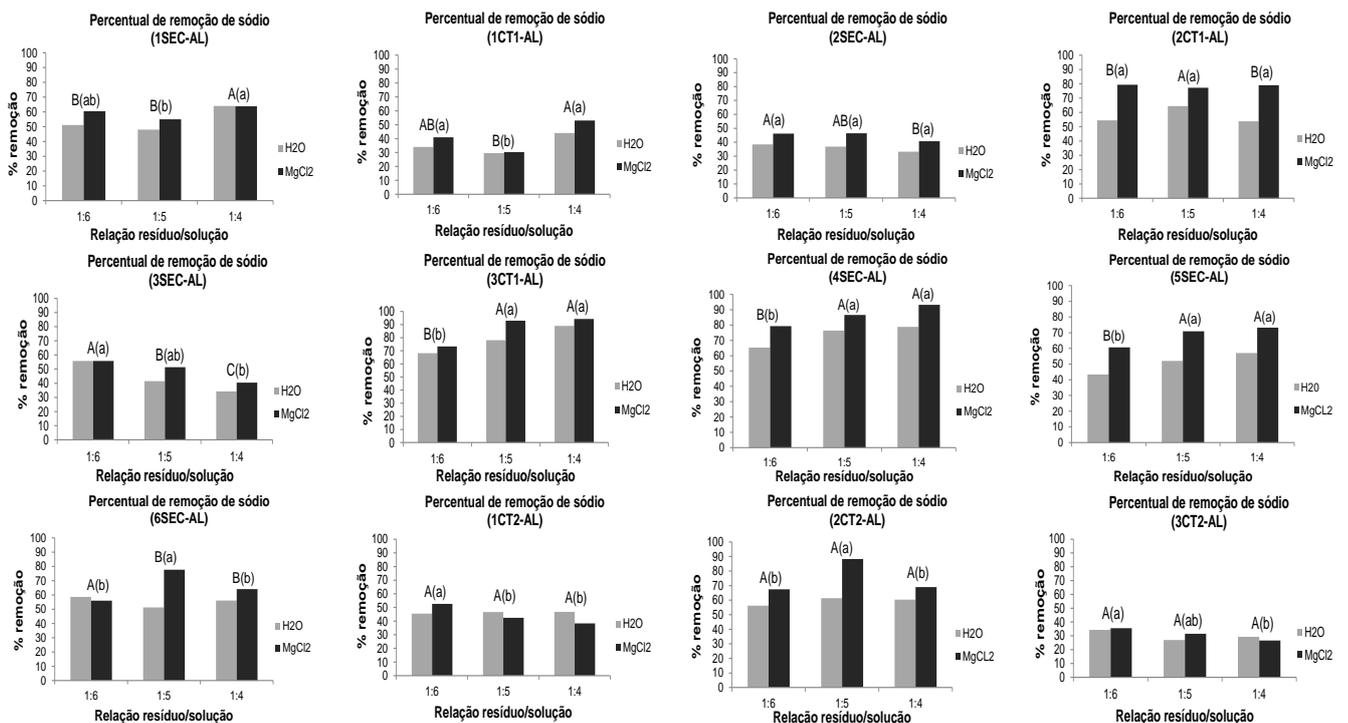


Figura 4. Percentual de remoção de sódio em diferentes compostas de resíduos de poços de perfuração de petróleo – Alagoas. Letras maiúsculas iguais não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de tukey para o extrator água; e minúsculas para o extrator cloreto de magnésio.