

UMA ABORDAGEM AGRONÔMICA: ALTERNATIVA DE COMERCIALIZAÇÃO DE BENTONITA

LÚCIA HELENA GARÓFALO CHAVES^{1*}, GILVANISE ALVES TITO²; HUGO ORLANDO CARVALO GUERRA³, ANA CAROLINA FEITOSA DE VASCONCELOS⁴

¹Dra. em Agronomia, Profa. Titular DEAg, UFCG, Campina Grande-PB, lhgarofalo@hotmail.com

²Dra. Pesquisadora Bolsista PNPd Institucional/ CAPES, UFCG, Campina Grande-PB, gilvanisetito@yahoo.com.br

³Dr. em Solos, Prof. Titular DEAg, UFCG, Campina Grande-PB, hugo_carvalho@hotmail.com

⁴Dra. Pesquisadora Bolsista FAPESQ/CNPq, Campina Grande-PB, ana3carol@yahoo.com.br

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016
29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

RESUMO: Diversos procedimentos têm sido propostos para melhorar as características de solos, para remediar os solos e conseqüentemente, diminuir os efeitos poluidores de metais pesados. Dentre eles destacam-se a aplicação de bentonita que é um mineral constituído essencialmente por argilominerais do grupo das esmectitas. Bentonita “Bofe”, explorada nas jazidas do município de Boa Vista, Estado da Paraíba, por ser uma argila de qualidade inferior, é menos comercializada para a indústria, por isso vem se acumulando nos pátios das mineradoras. Dentro desse princípio, no presente trabalho serão apresentados e discutidos os resultados de vários ensaios realizados no Estado da Paraíba, utilizando bentonita “Bofe” sob a visão agrônômica, com intuito de encontrar uma alternativa para a mineradora de comercialização deste produto. Os experimentos foram instalados em laboratório e/ou em casa de vegetação utilizando doses crescentes de bentonita incubada/ou não em solos, com intuito de avaliar efeitos deste material na melhoria das características dos solos, na adsorção, na mobilidade e na remediação de metais pesados nos solos. Conforme o baixo custo e elevada disponibilidade de bentonita “Bofe” na região e os resultados favoráveis dos vários experimentos, essa bentonita poderia ser comercializada como um produto a ser utilizado na agricultura, ou seja, uma nova alternativa para as mineradoras.

PALAVRAS-CHAVE: argila, metais pesados, acúmulo, remediação, condicionador.

AN AGRONOMIC APPROACH: ALTERNATIVE OF COMMERCIALIZATION OF BENTONITE

ABSTRACT: Several procedures have been proposed to improve the soil characteristics, to remediate the soil and thus reduce the pollution effects of heavy metals. One of the most used procedures is the application of bentonite which is mineral consisting essentially by clay minerals of the smectite group. Bentonite "Bofe" explored in the deposits of the city of Boa Vista, State of Paraíba, being lower quality clay, is less commercialized to industry, so it has been accumulating in the yards of mining companies. Within this principle, in this study will be presented and discussed the results of several experiments carried out in the state of Paraíba, using bentonite "Bofe" under the agronomic vision, aiming to find an alternative to mining company of sale of this product. The experiments were conducted in the laboratory and / or in a greenhouse using increasing doses of bentonite incubated / or not in soil, in order to assess effects of this material on improving soil characteristics, adsorption, mobility and remediation of heavy metals in soils. As the low cost and high availability of bentonite "Bofe" in the area and the favorable results of various experiments, that bentonite would be marketed as a product to be used in agriculture, ie, a new alternative to mining company.

KEYWORDS: clay, heavy metals, accumulation, remediation, conditioner

INTRODUÇÃO

Bentonita é um mineral constituído essencialmente por argilominerais do grupo das esmectitas (95%) podendo conter outras argilas em maior ou menor proporção (ilita e caulinita) além de quartzo, feldspatos, pirita ou calcita.

No município de Boa Vista, Estado da Paraíba, é encontrada uma das maiores e mais importante jazida de argilas bentoníticas do Brasil. Neste município as bentonitas são cálcicas (predominância de cálcio) e para serem utilizadas, industrialmente, precisam ser ativadas com carbonato de sódio (barrilha), para serem transformadas em sódicas (predominância de sódio). As produções de bentonita bruta e bentonita ativada, no Brasil, em 2010 alcançaram um patamar de 531.696 t. e 291.623 t. sendo que destes totais o Estado da Paraíba produziu 79,34% e 78%, respectivamente. Localmente, essas argilas recebem as denominações de: chocolate; verde lodo e bofe. Dentre estas, a bofe, devido suas próprias características, é a menos importante para a indústria.

Características peculiares das bentonitas como elevada superfície específica grande capacidade de troca catiônica e tixotropia lhe conferem propriedades muito específicas, que lhe permitem aplicações nas mais diversas áreas como, por exemplo, metalurgia, perfuração de poços artesianos, poços de petróleo, pelotização de minério de ferro, construção civil, indústria de cerâmica, vedação de solos e outros. Além disso, esse mineral de argila, carregado negativamente, é considerado a parte ativa dos solos influenciando a retenção e movimentação de água no solo, e a adsorção e troca catiônica podendo ser utilizado como condicionador químico e físico dos solos, da mesma forma como remediador de solos e/ou dos efluentes contaminados.

As empresas beneficiadoras dão prioridade às argilas de melhor qualidade, por isso as variedades de qualidade inferior, por exemplo, Bofe, vem sendo acumulado em grandes montanhas a céu aberto consistindo em problema ambiental para a região e em problema econômico para as próprias mineradoras, os quais precisam ser solucionados.

Nos últimos anos, estudos vêm sendo aprofundados em relação às propriedades das argilas bentonitas, como condicionador e/ou remediador de solo.

Dentro desse princípio, no presente trabalho serão apresentados, resumidamente, os resultados de vários ensaios realizados no Estado da Paraíba, utilizando bentonita “Bofe” sob a visão agrônômica, com intuito de encontrar uma alternativa para a mineradora de comercialização deste produto.

MATERIAIS E MÉTODOS

Há muitos anos, desde 1995, os estudos com bentonita “Bofe” da jazida Primavera têm sido realizados no Laboratório de Irrigação e Salinidade e/ou em casa de vegetação do Departamento de Engenharia Agrícola, Centro Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande.

Inicialmente, doses crescentes desse material (0; 30; 60 e 90 t ha⁻¹) foram incubadas durante 120 dias em um Neossolo Eutrófico com objetivo de avaliar os efeitos da bentonita nas características químicas e físico-hídricas do solo. Após este período, determinou-se, em cada unidade experimental, condutividade hidráulica saturada, análises granulométricas e análises químicas.

Em seguida, vários ensaios foram instalados com intuito de investigar a possibilidade da bentonita adsorver metais pesados no solo, como zinco(Zn), cobre (Cu) e cádmio (Cd), da mesma forma, avaliar a influência do tipo de eletrólito, do pH e do tamanho das partículas de argila no processo de adsorção.

Para tal, foram preparadas soluções de tratamento com concentrações crescentes de cada metal, a partir de soluções padrões (ampolas de Titrisol®), ou seja, de 10; 15; 20; 30; 50; 100; 150 e 200 mg Zn L⁻¹; 5; 10; 20; 40; 60; 80; 100 e 120 mg Cu L⁻¹ e 5; 10; 20; 30; 50; 100; 120 e 200 mg Cd ou Cu L⁻¹. Um volume de 20 ml de cada solução foi acondicionado em tubos de polietileno com 2 g de argila, agitadas por duas horas, e deixadas em repouso 24 horas; após este período de tempo, as suspensões foram filtradas e analisadas para as concentrações do metal por espectrofotometria de absorção atômica. A partir dos dados experimentais foram construídas as isotermas de adsorção plotando-se a quantidade do metal adsorvido na ordenada e a concentração na solução de equilíbrio na abscissa. Os coeficientes da equação de Langmuir foram obtidos a partir da equação: Langmuir: $x/m = \frac{KL.C.bL/1}{1 + KL.C}$ em que C = concentração do metal na solução de equilíbrio em mg L⁻¹; x/m =

quantidade do metal adsorvida em mg g^{-1} de solo; bL = adsorção máxima (mg g^{-1}) e KL = constante relacionada com a energia de ligação (L mg^{-1}) do metal no solo .

Para avaliar o efeito do pH na adsorção dos metais pela bentonita, o pH do sistema solução-bentonita foi ajustado para pH 4; 5 e 6, através da adição de solução diluída de HCl 0,1 N ou NaOH 0,1 N. Para comparar o tipo de eletrólito, as soluções de tratamento foram preparadas com nitrato de sódio $0,01\text{mol L}^{-1}$ e água destilada. E, finalmente, as amostras de bentonita passaram em peneira com malha de 0,5 e 2,0mm de abertura para avaliar o efeito do tamanho da partícula de bentonita na adsorção de metais.

Com intuito de avaliar o efeito da bentonita na mobilidade do zinco, do cobre e do cádmio em solo, amostras de solo foram incubadas com doses 0; 30 e 60 t ha^{-1} de bentonita , durante 30 dias. Após este período, colunas de lixiviação, constituída de tubo de PVC, de 500 mm de altura e 100 mm de diâmetro, foram preenchidas com 4 kg da mistura solo + bentonita de forma a proporcionar, em toda ela, uniformidade quanto à sua densidade. Em seguida, ocorreu à seguinte sequência: saturação da coluna de solo com água destilada, dreno de água igual a 1 volume de poros, saturação da coluna de solo com as soluções dos metais (ZnCl_2 , $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ e $\text{CdCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, respectivamente, nas concentrações 50, 250 e 450 mg kg^{-1}), repouso durante 24 horas, dreno das soluções igual a 1 volume de poros, fornecimento de água na coluna de solo e coleta dos lixiviados a cada 10 minutos até completar sete coletas. Os metais nesses lixiviados foram quantificados por espectrofotometria de absorção atômica. Com base destes resultados determinou-se os parâmetros de transporte, fator de retardamento, coeficiente de dispersão difusão, número de Peclet e as curvas de passagem para os íons zinco, cobre e cádmio.

Para o estudo da remediação de solos contaminados com uso da bentonita, foram instalados experimentos independentes. Para isto os solos utilizados foram incubados durante 20 dias com doses crescentes de bentonita (0; 30 e 60 t ha^{-1}) e doses de zinco (50, 250 e 450 mg kg^{-1}) em um experimento, doses de cobre (50, 100 e 250 mg kg^{-1}) em outro experimento e enfim, com 50 mg kg^{-1} de cádmio. Transcorrido este período foi realizada a semeadura de feijão macassar (*Vigna unguiculata*), no solo contaminado com zinco, cobre e cádmio; de rabanete (*Beta vulgaris*), beterraba (*Raphanus sativus*) e milho (*Zea mays* L.) no solo contaminado com cobre. Ao final dos experimentos, as plantas foram colhidas, separadas em folhas, caules, raízes e sementes, secadas em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até peso constante, pesadas, moídas e submetidas a digestão nitroperclórica para determinação de Zn e Cu nos extratos através da espectrofotometria de absorção atômica. Daí foi calculado o acúmulo destes elementos em cada parte das plantas (Abichequer & Bohnen, 1998).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aumento do ponto de carga zero do Neossolo Eutrófico, confirmando a predominância de cargas negativas neste solo, junto o aumento das bases trocáveis, favoreceu o aumento da capacidade de troca catiônica (Tito et al., 1997b). A classificação textural deste solo, anteriormente areia franca, mudou para franco arenoso devido o aumento da quantidade de argila do solo em função dos tratamentos. Da mesma forma aumentou a retenção de água e água disponível no solo e diminuiu a condutividade hidráulica (Tito et al., 1997b).

A equação de Langmuir foi adequada para descrever a adsorção de zinco, cobre e cádmio. A adsorção de zinco, em função do tamanho das partículas de bentonita e do pH da solução de equilíbrio, foi maior nas menores partículas de bentonita (<0,5 mm) e no menor pH analisado (pH 4,0) (Tito et al., 2008). O tamanho das partículas da bentonita não influenciou a adsorção de cobre e cádmio, no entanto, a adsorção aumentou com a diminuição do pH (Chaves & Tito, 2011).

O fato das argilas apresentar alta microporosidade , a bentonita incorporada ao solo, diminuiu o número de poros necessários para deslocar os cátions zinco, cobre e cádmio, no entanto, apresenta alta tortuosidade e alta superfície específica, causando diminuição da densidade de fluxo e a velocidade de avanço do fluxo, ou seja, aumento do fator de retardamento. A aplicação da bentonita ao solo aumentou a adsorção destes elementos deixando uma concentração menor disponível no solo para sua lixiviação (Tito, et al., 2012a; Tito, et al., 2012b).

A fitomassa do feijão diminuiu em função das doses crescentes de zinco e aumentaram a concentração e o acúmulo deste elemento em todas as partes da planta, no entanto, de acordo com as doses crescentes de bentonita, mesmo não havendo diferenças significativas, diminuiram a

concentração e o acúmulo de zinco, cobre e cádmio nas plantas (Tito et al., 2011a; Tito et al., 2011b). Da mesma forma, em geral, diminuíram a concentração e o acúmulo de cobre nas plantas rabanete, beterraba e milho e o índice de translocação deste elemento em função das doses de bentonita (Tito et al., 2016).

CONCLUSÕES

A aplicação de bentonita aos solos atuou de forma eficiente nas propriedades químicas e físico-hídricas dos mesmos.

A bentonita pode ser utilizada na remoção dos metais zinco, cobre e cádmio do sistema aquoso.

Os parâmetros de mobilidade das soluções com zinco, cobre e cádmio, diminuíram em função das doses de bentonita.

A incorporação de bentonita nos solos promoveu uma diminuição das concentrações de zinco e cobre nas diferentes partes das plantas indicando uma possível diminuição na disponibilidade do elemento no solo, decorrente de sua adsorção pela bentonita.

O baixo custo e elevada disponibilidade de bentonita “Bofe” na região e as suas propriedades leva a recomendar a sua aplicação em solos melhorando, assim, as condições químicas e físico-hídricas dos mesmos, aumentando a adsorção de metais pesados, remediando, desta forma, os solos e/ou efluentes contaminados.

A bentonita “Bofe” poderia ser comercializada como um produto a ser utilizado na agricultura.

REFERÊNCIAS

- Abichequer, A. D.; Bohnen, H. Eficiência de absorção, translocação e utilização de fósforo por variedades de trigo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.22, n.1, p.21-26, 1998.
- Chaves, L.H.G.; Tito, G.A. Cadmium and copper adsorption on bentonite: effects of pH and particle size. *Revista Ciência Agronômica*, v.42, n.2, p. 278-284, 2011.
- Tito, G.A.; Chaves, L.H.G.; Guerra, H.O.C. Mobilidade do zinco e do cobre em Argissolo com aplicação de argila bentonita. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 16, n.9, p. 938-945, 2012a.
- Tito, G.A.; Chaves, L.H.G.; Guerra, H.O.C. Effect of the bentonite application on the cadmium mobility in na Argisol. *Revista Ambiente & Água*, v.7, n.2, p. 18-29, 2012b.
- Tito, G.A.; Chaves, L.H.G.; Guerra, H.O.C.; Azevedo, N.C. Aplicação de bentonita em um solo Regossolo eutrófico. I. Efeitos sobre as propriedades físico-hídrica do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.1, p.21-23, 1997a.
- Tito, G.A.; Chaves, L.H.G.; Guerra, H.O.C.; Azevedo, N.C. Aplicação de bentonita em um solo Regossolo eutrófico. II. Efeitos sobre as propriedades químicas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.1, p.25-27, 1997b.
- Tito, G.A.; Chaves, L.H.G.; Guerra, H.O.C.; Soares, F.A.L. Uso de bentonita na remediação de solos contaminados com zinco: Efeito na produção de feijão. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.9, p. 917-923, 2011a.
- Tito, G.A.; Chaves, L.H.G.; Guerra, H.O.C.; Soares, F.A.L. Phytomass of beans and grain production as affected by zinc, copper and cadmium doses and bentonite application. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.7, p. 665-669, 2011b.
- Tito, G.A.; Chaves, L.H.G.; Vasconcelos, A.C.F.; Fernandes, J.D.F.; Guerra, H.O.C. Bentonite application in the remediation of copper contaminated soil. *African Journal of Agricultural Research*, v.11, n.14, p. 1218-1226, 2016.
- Tito, G.A.; Chaves, L.H.G.; Souza, R.S. Zinc adsorption in bentonite Clay: particle size and pH influence. *Revista Caatinga*, v.21, n.5 (Número Especial), p. 01-04, 2008.