

## PREPARAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE CORTINAS VERTICAIS USANDO-SE ARGILAS *IN NATURA* E COMERCIAL

N. R. M. Leitão(1)

M. D. P. Moraes(1)

C. M. O. Raposo(1)

(1)Universidade Federal de Campina Grande – UAMG

(Av. Aprígio Veloso, 882 - Bodocongó - 58429-140 - Campina Grande-PB

Fone: 83 21011170 - Fax: 83 21011169

e-mail: [raposo@dmq.ufcg.edu.br](mailto:raposo@dmq.ufcg.edu.br)

### RESUMO

O desenvolvimento científico e tecnológico associados ao crescimento econômico têm sido responsáveis por desastres ambientais marcantes. As cortinas verticais, sistemas solo-cimento-bentonita, buscam limitar a percolação de líquidos contaminados impedindo assim a disseminação no solo, portanto, do lençol freático ou de alguma área específica. Este trabalho investigou a influência de argilas, em percentagens de 3, 4 e 5 % em peso, associadas a solos e ao cimento CPlI F32 comercial. As argilas, natural foi proveniente da Fazenda Boa Esperança/PB e a comercial foi cedida pela BENTONIT UNIÃO NORDESTE/BUN/PB. Os solos, A e B, oriundos da região da Paraíba foram cedidos pelo Laboratório de Irrigação e Salinidade da UAEA/CTRN/UFCG. Os sólidos foram caracterizados por difração de raios X e por fluorescência de raios X e, os sistemas foram analisados por microscopia eletrônica de varredura. Resultados preliminares, usando-se mistura água/óleo, mostraram que o sistema solo A/cimento/argila local em teor de 3%, SCB<sub>1A</sub>AL, destacou-se com melhor eficiência.

Palavras-chave: Cortina vertical; argila; solo; contaminante; caracterização.

### INTRODUÇÃO

A problemática, relativa à contaminação de solos e aos desastres ambientais, está associada diretamente ao desenvolvimento científico e

tecnológico e ao crescimento econômico. A forma de tratamento adotada pode agravar ou minimizar a deterioração dos recursos naturais e portanto, a perda da biodiversidade. O descarte de resíduos sólidos, líquidos e gasosos poluentes de fontes quaisquer, em um solo, pode favorecer a adsorção de agentes de poluição os quais podem promover a contaminação de lençóis freáticos <sup>(1-6)</sup>.

As barreiras verticais ou cortinas verticais, são misturas de solo-cimento-argila, SCB, visam conter e remediar a percolação de líquidos contaminados impedindo assim a disseminação de contaminantes no solo e portanto, no lençol freático ou em alguma área específica <sup>(1)</sup>. Sendo assim, tanto previnem a migração de poluentes pelas águas subterrâneas, quanto não permitem a passagem de água limpa para a zona contaminada <sup>(7)</sup>. Estas cortinas podem ser formadas com um conteúdo de bentonita entre 3 e 7% de bentonita sódica, com espessura menor do que 3mm e condutividade hidráulica menor do que  $10^{-8}$  cm/s <sup>(8)</sup>.

Os solos têm em sua composição fragmentos de rocha, argilominerais formados pela alteração química dos minerais da rocha-matriz e matéria orgânica produzida por organismos que neles vivem <sup>(9)</sup>. As argilas estão presentes em quase todos os tipos de solo e ainda podem ser encontradas no estado puro em depósitos minerais <sup>(10)</sup>.

Os principais depósitos de Bentonita no Brasil estão localizados na Paraíba, distribuídos nos municípios de Cubati, Pedra Lavrada e Boa Vista <sup>(11)</sup>.

No Brasil e no mundo o uso das cortinas verticais tem sido uma prática crescente como forma de conter o avanço de contaminantes e/ou minimizarem os efeitos causados pelos contaminantes. Algumas limitações são demonstradas pelo fato de não haver tratamento da água poluída, apenas conter o avanço da contaminação e, além disso, ao longo do tempo os contaminantes acabam degradando a cortina acarretando preocupações quanto à sua estabilidade <sup>(8)</sup>.

Desse modo, este trabalho investigou a influência de argilas, *in natura* e comercial, em percentagens de 3, 4 e 5 % em peso, associadas a solos e ao cimento CII F32 comercial para elaboração de cortinas verticais.

## MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras de solos foram cedidas pelo Laboratório de Irrigação e Salinidade/UFMG e então denominadas de solo A e solo B. A argila foi coletada na Fazenda Boa Esperança/Cubati/Paraíba. A BENTONIT UNIÃO NORDESTE/BUN cedeu a argila comercial sendo usada como parâmetro de comparação. Estas amostras foram designadas de AL, argila local e de AC, argila comercial. O cimento usado, CII-F32, foi adquirido comercialmente.

As misturas físicas, solo/cimento/bentonita, SCB, foram preparadas com 3, 4 e 5% de argila mantendo-se constante o percentual de cimento em 3%. Estes sistemas foram codificados como SCB<sub>xs</sub>Y sendo os subscritos: x e s, correspondentes, ao percentual de argila, (1)3%, (2)4% ou (3)5% e, o tipo de solo, A ou B, e Y indica o tipo de argila, AC ou AL, comercial e local, respectivamente. As misturas secaram a temperatura ambiente por 24 h. Ensaio para avaliar a capacidade de drenagem foi realizado para os sistemas preparados. Os materiais foram caracterizados por difração de raios X e por fluorescência de raios X. Os sistemas por microscopia eletrônica de varredura.

A eficiência das misturas foi testada em ensaios de bancada usando-se uma mistura água/óleo, tipo lubrificante comercial, em volume de 10 mL em relação de 3:1.

Os materiais foram caracterizados por difração de raios X (DRX) em um equipamento Shimadzu XRD-6000 com radiação de CuK<sub>α</sub>, intervalo de varredura foi entre  $2^\circ \leq 2\theta \leq 60^\circ$ , com passo de 0,02/seg, fendas do tipo Soller e step de 2°/min, e por fluorescência de raios X por energia dispersiva (EDX) em espectrômetro Shimadzu EDX-720. Os sistemas, solo/cimento/bentonita, foram caracterizados por microscopia eletrônica de varredura (MEV) usando-se equipamento Phenom Prox.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de difração de raios X das amostras de argilas, comercial, AC, e local, AL, estão apresentados nas Figuras 1(a e b), respectivamente. Os difratogramas caracterizam a presença dos minerais caulinita, (2), carbonato, provavelmente, calcita (3) e quartzo, (4) como minerais associados <sup>(12,13)</sup>.

Uma distância interplanar basal de 13,38 Å para a amostra AC sugere a presença da montmorilonita, (1), complementada pelas demais reflexões em destaque na Figura 1a. Uma sequência similar de picos é observada para a amostra AL, quando comparada à amostra, argila comercial, mostrando que a montmorilonita, (1), também, é o mineral predominante. O registro do pico em  $2\theta$  igual a  $5,94^\circ$  correspondendo a uma distância de 14,87 Å mostra um espaço basal discretamente ampliado em relação a amostra AC. Diferenças observadas nas intensidades das reflexões devem-se, provavelmente, as distintas origens geológicas das amostras minerais então consideradas.

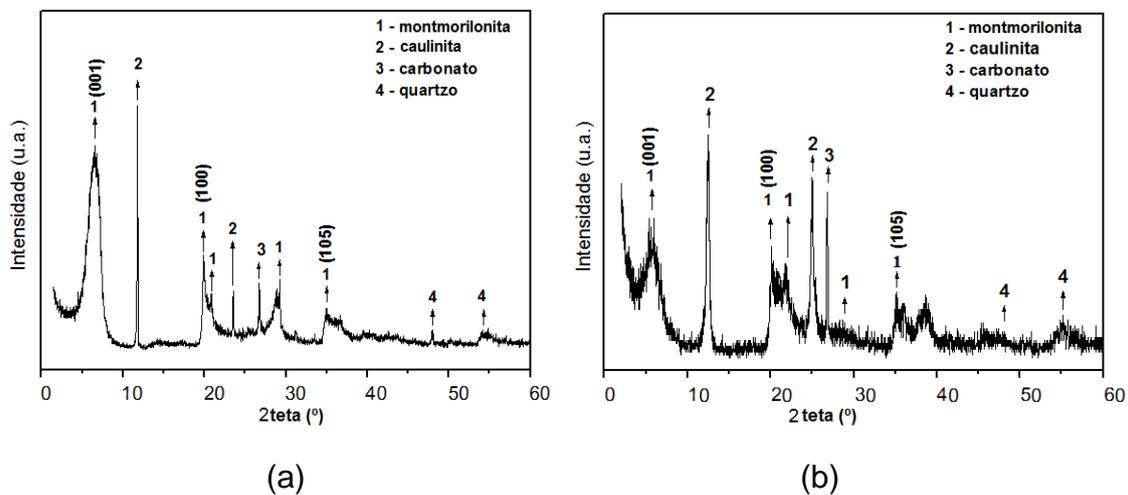


Figura 1- Difractogramas das argilas: (a) comercial e (b) local.

Os dados de difração de raios-X das amostras de solos, A e B, estão apresentados nas Figuras 2a e 2b, respectivamente. Em análise dos difratogramas dos solos, verifica-se em ambos materiais predominância do mineral quartzo, (3). Observa-se também a presença de argilominerais como a caulinita, (2), e de montmorilonita com picos em  $2\theta$  igual  $8,81^\circ$  em torno e  $28,24^\circ$ <sup>(14-18)</sup>.

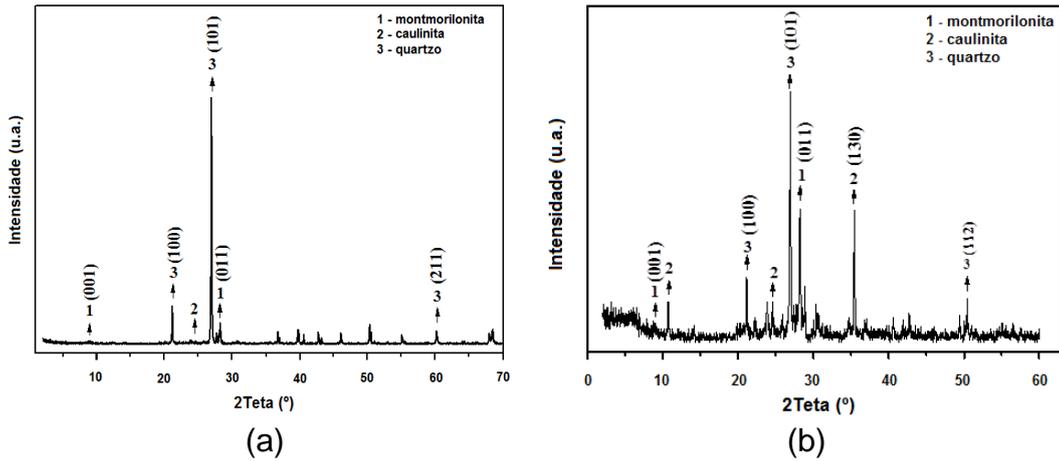


Figura 2- Difratomogramas: (a) solo A e (b) solo B.

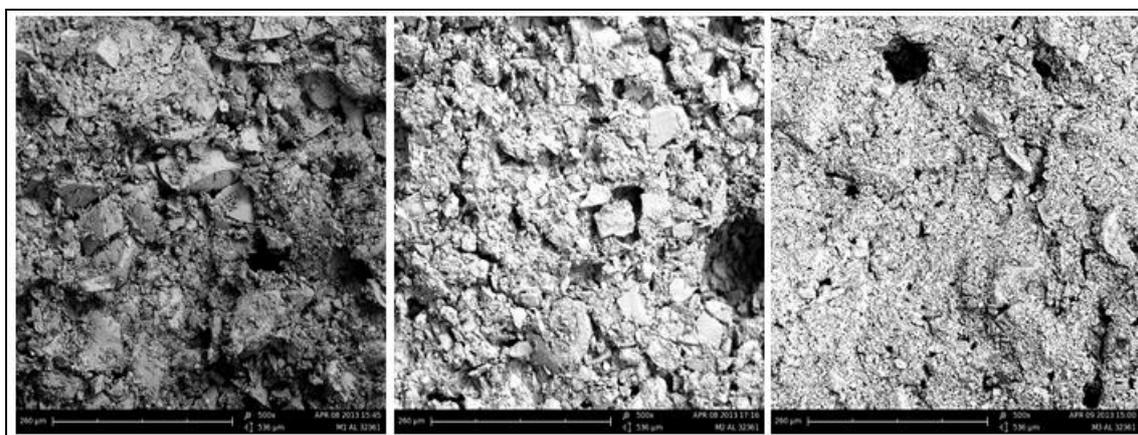
Os resultados de composição química, obtidos por fluorescência de raios X, das argilas, AC e AL e dos solos A e B mostram materiais típicos pertencentes à classe de silicatos com base nos teores de SiO<sub>2</sub> registrados. Para o cimento CP-II F32, confirma-se a presença predominante de cálcio. Estes dados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Dados de EDX referente às amostras: (a) argila local; (b) argila comercial; (c) solo A; (d) solo B e (e) cimento CII – F32.

Óxido	Teor (a)(%)	Teor (b)(%)	Teor (c)(%)	Teor (d)(%)	Teor (e)(%)
SiO <sub>2</sub>	59,845	61,632	81,144	61,944	20,166
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	33,805	21,346	14,767	24,792	9,236
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,926	5,319	0,940	4,313	1,707
CaO	0,398	2,036	0,415	2,144	57,155

As micrografias, com aumento de 500x estão apresentadas nas Figuras 2(a) e 2(b) para os três percentuais de argila, 3%, 4%, e 5% e solos A e B respectivamente. Perfis distintos observam-se para os sistemas preparados com o solo A quando comparados entre si. Uma regularidade mais evidente fica visualizada para o SCB<sub>3A</sub>AL relativa à distribuição e tamanhos de poros. Similaridade microestrutural registra-se para a sequência de sistemas preparados com a argila comercial em análise comparativa aos sistemas anteriormente analisados. Destaca-se o sistema com 5% de argila, SCB<sub>3A</sub>AC, onde não se observam distorções quanto ao tamanho e distribuição dos poros. Estes resultados sugerem que o teor de argila e fator determinante, nestes

sistemas, favorecendo a formação de caminhos de difusão os quais possibilitam a retenção de contaminantes. O caráter ácido do solo A, pH=5,90, pode indicar, também, a presença de matéria orgânica, o que pode conferir maior plasticidade a este sistema e, portanto, melhor interação entre os demais constituintes presentes.

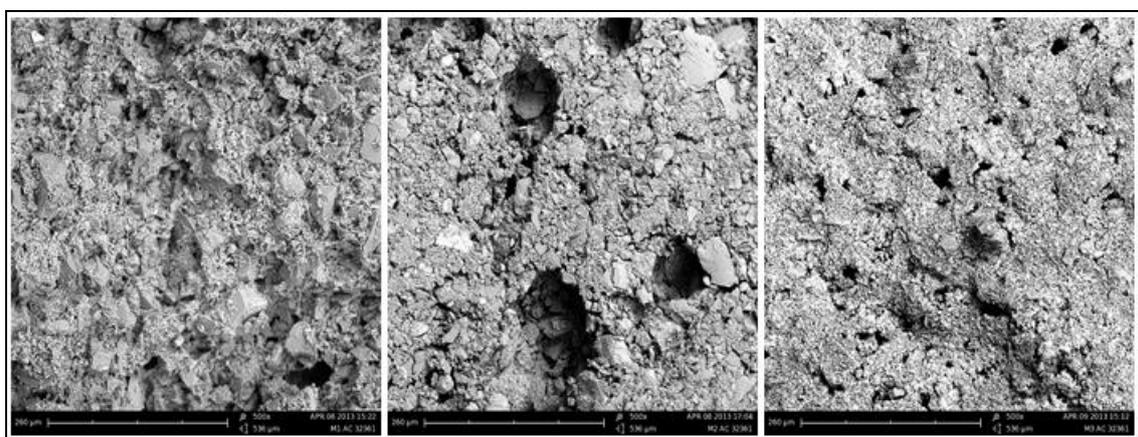


SCB<sub>1AAL</sub>

SCB<sub>2AAL</sub>

SCB<sub>3AAL</sub>

(a)



SCB<sub>1AAC</sub>

SCB<sub>2AAC</sub>

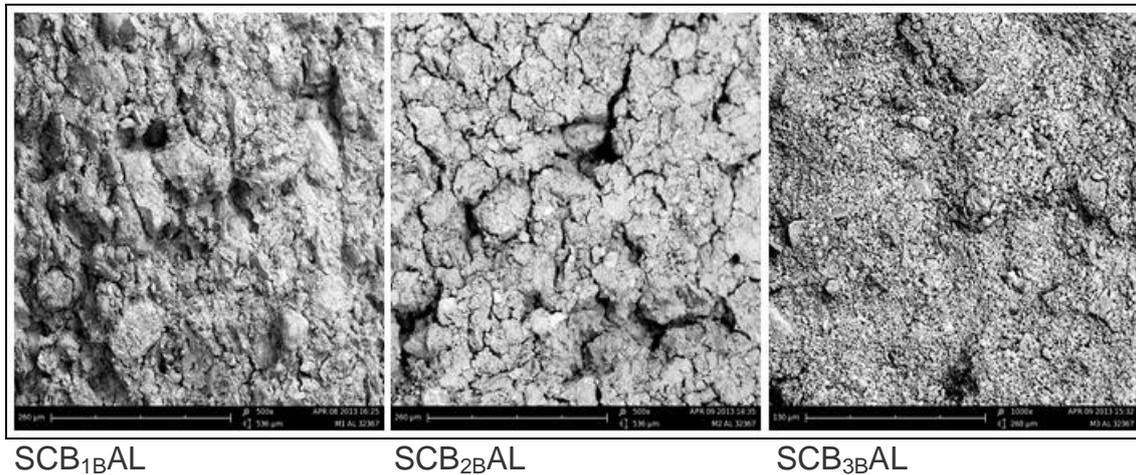
SCB<sub>3AAC</sub>

(b)

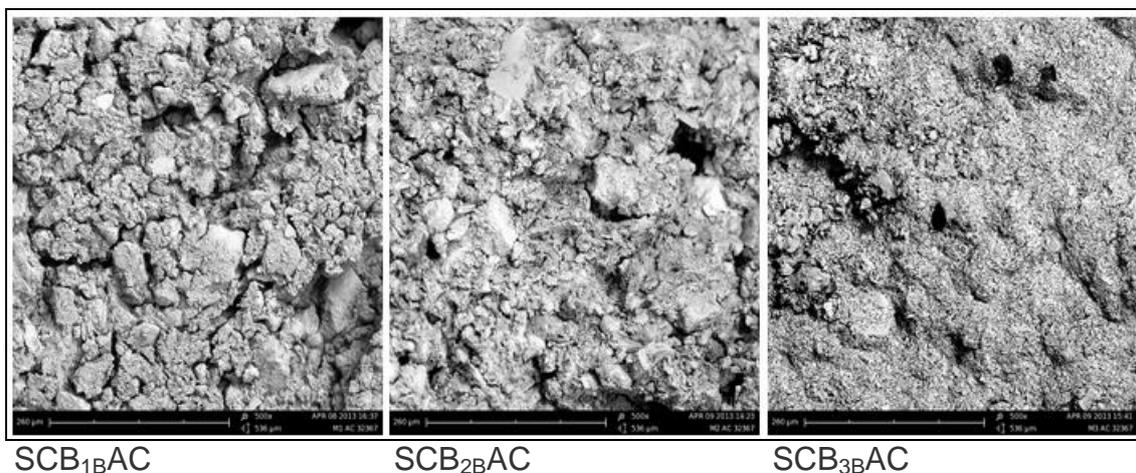
Figura 2- Micrografias dos sistemas: (a) SCB<sub>1AAL</sub>; SCB<sub>2AAL</sub>; SCB<sub>3AAL</sub>, e (b) SCB<sub>1AAC</sub>; SCB<sub>2AAC</sub>; SCB<sub>3AAC</sub>.

Nas Figuras 3(a) e 3(b) observam-se micrografias distintas para os sistemas preparados quer com a argila local, AL, quer com a argila comercial, AC. Tal fato sugere, para estes sistemas, que, provavelmente, o tipo de solo, caracteristicamente básico, pH=7,95, solo B, determina o perfil topográfico.

Observam-se, nestes sistemas, fissuras e pouca ou nenhuma porosidade o que indica não serem adequados ao processo em estudo. O caráter ácido do solo A,  $\text{pH}=5,90$ , pode indicar a presença de matéria orgânica, aluminossilicatos e hidrogênio o que podem conferir maior plasticidade a este sistema e, portanto, melhor aglutinação dos demais constituintes presentes.



(a)



(b)

Figura 3- Micrografias dos sistemas: (a)  $\text{SCB}_{1\text{B}}\text{AL}$ ;  $\text{SCB}_{2\text{B}}\text{AL}$ ;  $\text{SCB}_{3\text{B}}\text{AL}$ , e (b)  $\text{SCB}_{1\text{B}}\text{AC}$ ;  $\text{SCB}_{2\text{B}}\text{AC}$ ;  $\text{SCB}_{3\text{B}}\text{AC}$ .

Ensaio relativo à capacidade de drenagem foram realizados para os sistemas  $\text{SCB}_{1\text{A}}\text{AL}$ ;  $\text{SCB}_{2\text{B}}\text{AC}$  e  $\text{SCB}_{3\text{A}}\text{AC}$  e estão apresentados nas Figuras 4(a, b e c), respectivamente. Observa-se que o volume de água drenado diminui ao longo do processo de modo mais significativo para a

SCB<sub>1A</sub>AL, indicando então, neste caso, ser o sistema mais adequado para aplicação como cortina vertical.

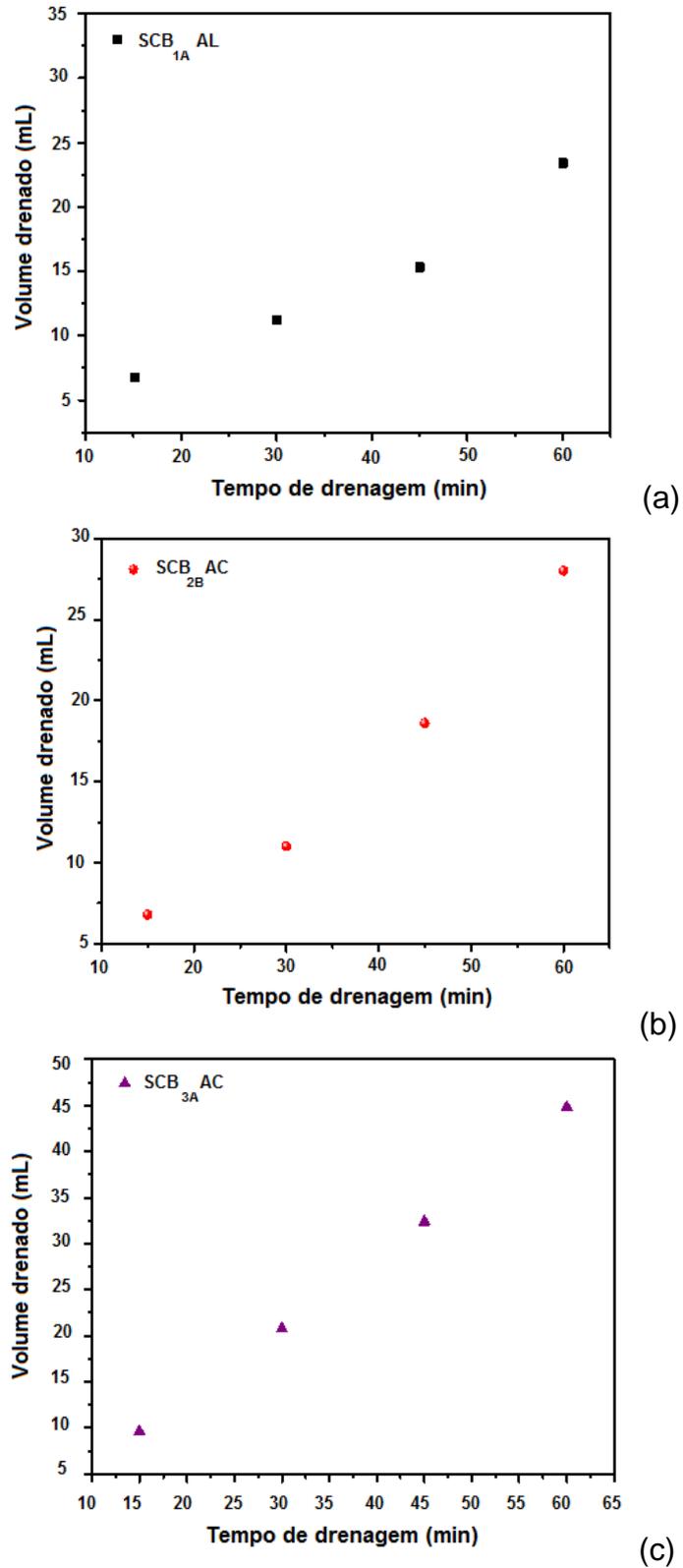


Figura 4 - Avaliação da eficiência de retenção para os sistemas: (a) SCB<sub>1A</sub>AL; (b) SCB<sub>2B</sub>AC e (c) SCB<sub>3A</sub>AC.

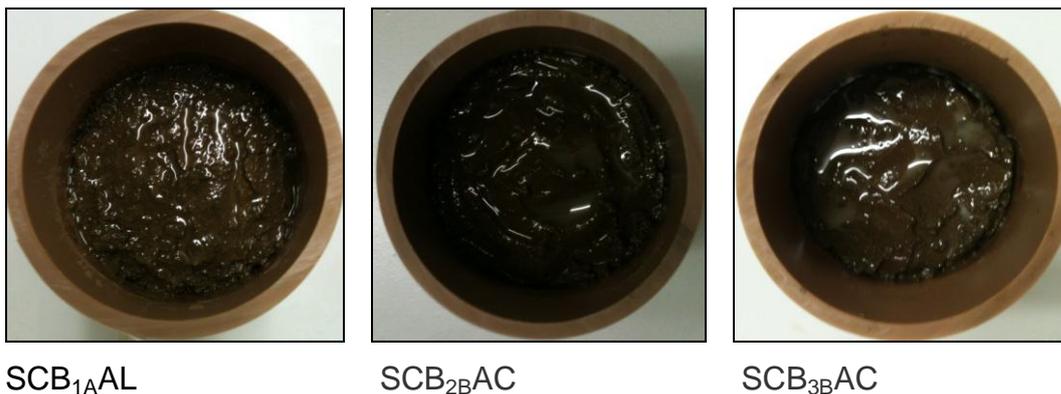


Figura 5 - Imagens dos sistemas SCB<sub>1A</sub>AL; SCB<sub>2B</sub>AC e SCB<sub>3B</sub>AC registradas após 15min da adição da mistura água/óleo.

## CONCLUSÕES

Os resultados de difração de raios X das argilas mostraram materiais com características cristalográficas e de associações minerais semelhantes. O difratograma do solo A mostrou a predominância de quartzo e, portanto, sólido do tipo arenoso. Para o solo B ficou evidenciada a presença de argilominerais caracterizando-o como solo argiloso.

Dentre os teores de argila avaliados, 3, 4 e 5%, resultados preliminares, registraram em ordem crescente de eficiência relativa à retenção da mistura água/óleo testada o sistema, SCB<sub>3A</sub>AC < SCB<sub>2A</sub>AC < SCB<sub>1A</sub>AL. Desse modo, a resposta mais significativa para aplicação como barreira vertical foi registrada para o sistema, SCB<sub>1A</sub>AL, com teor de 3% de argila local.

## REFERÊNCIAS

1. PAGANI, B. R. Estudo de misturas solo-cimento-bentonita-fibra para uso em barreiras verticais de contenção de contaminantes. 2007, 129p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul/RS, Porto Alegre.
2. PETER-VARBANETS, M.; ZURBRÜGG, C.; SWARTZ, C., PRONK, W. Decentralized systems for potable water and the potential of membrane technology. Water Research, v.43, p.245-265, 2009.

3. MEDEIROS-LEITÃO, S. A visão da água: o desafio do milênio. Instituto Nacional de Ensino e Tecnologia INETEC. Disponível em: <http://www.inetec.org.br/principal> acesso em: 10 de setembro de 2012.
4. ARAÚJO, J. B. S.; PINTO FILHO, J. L. O. Identificação de fontes poluidoras de metais pesados nos solos da bacia hidrográfica do rio apodi-Mossoró/RN, na área urbana de Mossoró-RN. Revista Verde, v.5, n.2, p.80-94, 2010.
5. WISE, S. S.; SHAFFIEY, F.; LACERTE, C.; GOERTZ, C. E. C.; DUNN, J. L.; GULLAND, F. M. D. ABOUEISSA, A-M.; ZHENG, T.; WISE Sr., J. P. Particulate and soluble hexavalent chromium are cytotoxic and genotoxic to stellar sea Lion lung cells. Aquatic Toxicology, v.91, p.329-335, 2009.
6. BRUM, M. C. Remoção de cromo hexavalente de água por adsorção em argilas modificadas por surfactantes catiônicas. 2010. 146p. Tese (Doutorado em Ciências Engenharia Metalúrgica e de Materiais) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ.
7. HEINECK, K. S. Geotecnologia Ambiental. Porto Alegre, 2009. Disponível em: <http://karlaheineck.eng.br/>. Acesso em: 30 jan. 2013.
8. BATISTA, P. Misturas de um solo laterítico com cimento e bentonita para uso em cortinas verticais. REM: R. Esc. Minas, Ouro Preto, v.63 (2), p.255-263, 2010.
9. GROTZINGER, J.; JORDAN, T. H.; PRESS, F.; SIEVER, R. Understanding Earth. W. H. Freeman and Company, New York 2007.
10. LUNA, F. J.; ULF, S. Argilas Pilarizadas – Uma Introdução. Química Nova, v.22, n.1, p.104-109,1999.
12. SILVA, A. R. V.; FERREIRA, H. C. Argilas bentoníticas: conceitos, estruturas, propriedades, usos industriais, reservas, produção e produtores/fornecedores nacionais e internacionais. Revista Eletrônica de Materiais e Processos, v.3.2, 26-35, 2008.

13. KLEIN, C.; HURLBUT, Jr. C. S. Manual of Mineralogy, John Wiley & Sons, New York, 1985.
14. SANTOS, P. S. Ciência e Tecnologia de Argilas, 2ª edição, v.3, Editora Edgard Blücher Ltda, 1992.
15. VARELA, M. L. et al. Otimização de uma metodologia para análise mineralógica racional de argilominerais. Cerâmica, v.51, p.387-391, 2005.
16. COSTA, J. A.; MEXIAS, A. S.; GOMES, M. E. B. Caracterização dos argilominerais usados em matéria-prima cerâmica, da formação Rio do Basto, Bacia do Paraná, no município de Turvo, SC. Cerâmica v.56, p.360-367, 2010.
17. PDF - 13-0259.
18. PDF - 14-0164.
19. PDF - 85-1780.

## PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF SLURRY WALLS FOR USING CLAY IN NATURA AND COMMERCIAL

### ABSTRACT

*The scientific and technological development associated with economic growth has been responsible for outstanding environmental disasters. Slurry walls, systems soil-cement-bentonite, seek to limit the percolation of contaminated liquids thus preventing the dissemination in the soil, therefore groundwater or in any specific area. This work investigated the influence of clays in proportions of 3, 4 and 5% by weight, associate to the soil and commercial CPlI F32 cement. Clays, natural was from Fazenda Boa Esperança/PB and the commercial was courtesy BENTONIT UNIÃO NORDESTE/BUN/PB. Soils, A and B, derived from the Paraíba region were provided by the Laboratory of Irrigation and Salinity UAEA/CTRN/UFCG. The solids were characterized by X-ray diffraction and X-ray fluorescence, and the systems were analyzed by scanning electron microscopy. Preliminary results, using water/oil showed that the soil/cement/local clay content of 3%, SCB<sub>1A</sub>AL system, showed up with better efficiency.*

Key-words: slurry walls; clay; soil; contaminant; characterization.