

AVALIAÇÃO DE MATERIAIS ESTABILIZADOS E SOLIDIFICADOS PARA REAPROVEITAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A. C. L. Patricio^{1*}, G. C. Oliveira¹, A. A. S. Bandeira¹, A. L. F. Brito¹, A. C. S. Muniz¹

¹Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia, Unidade Acadêmica de Engenharia Química, Laboratório de Gestão Ambiental e Tratamento de Resíduos, Fone: +55 83 2101-1394, Brasil.

*cadigena@hotmail.com

RESUMO

Diante das graves ameaças ao meio ambiente, estão em destaque os resíduos sólidos contendo metais pesados, que são particularmente preocupantes, frente a este contexto se faz necessário tratamento desses resíduos e o emprego de técnicas que viabilizem a imobilização dos contaminantes proporcionando uma redução no impacto ambiental. Uma das vias de tratamento é a tecnologia de Estabilização por Solidificação, uma vez que esta promove a imobilização e retenção dos contaminantes em uma matriz sólida. Levando em consideração a problemática supracitada este trabalho teve por objetivo caracterizar as amostras de argila Bragel, cimento Portland comum e um resíduo sólido através das técnicas de: Difração de Raios X e teste de resistência a Compressão. Os resultados obtidos indicaram que de acordo com o protocolo de avaliação de materiais estabilizados/solidificados o material não foi solidificado, porém o resíduo foi estabilizado podendo este ter como destinação final o aterro de resíduos industriais perigosos.

Palavras-chave: Argila Bragel, Cimento, Estabilização, Solidificação

INTRODUÇÃO

Vários estudos apontam para o interesse do desenvolvimento de técnicas que viabilizem a imobilização de resíduos sólidos, em especial, devido

a três fatores: quantidade considerável de resíduo gerado, gastos financeiros com o seu gerenciamento e impactos causados ao meio ambiente ⁽¹⁾.

A maioria desses resíduos é composta por metais pesados e por produtos químicos que não são biodegradáveis. Buscar alternativas viáveis para atenuar e/ou remover os metais pesados tem sido uma das preocupações dos órgãos indústrias, bem como em diversas instituições de pesquisas em todo o mundo.

Uma das tecnologias usadas para esse tipo de resíduo industrial é a Estabilização por Solidificação, que estabiliza e solidifica o contaminante em um aglomerante, que geralmente é o cimento.

Sabendo-se que as argilas proporcionam uso crescente em inúmeras aplicações nas diversas áreas tecnológicas, sendo amplamente utilizadas na adsorção e retenção de resíduos industriais perigosos e contaminantes sólidos, na remoção de vários contaminantes orgânicos no tratamento de águas contaminadas ⁽²⁾, neste trabalho foram utilizados como aglomerante a argila natural do tipo Brasgel e o Cimento Portland Comum no processo de Estabilização por Solidificação, que segundo BRITO E SOARES (2009) ⁽³⁾, a E/S é uma maneira de efetivar o tratamento de resíduos e tem sido considerada em inúmeros relatórios governamentais e publicações científicas, como a “melhor tecnologia disponível comprovada” ⁽⁴⁾.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar as amostras através da técnica de Difração de Raios X, em seguida utilizar a tecnologia de Estabilização por Solidificação visando propor rotas de destinação final do material tratado.

MATERIAIS E MÉTODOS

A análise de DRX, foi realizada no laboratório de Desenvolvimento de Novos Materiais (LABNOV). Os aglomerante utilizados no processo de Estabilização por Solidificação, foram o cimento Portland CII-F-32 da Cimpor - Cimentos do Brasil, localizado na cidade de João Pessoa, PB e a argila do tipo Brasgel (aglomerante) fornecida gentilmente pela Bentonit União do Nordeste localizada na cidade de Campina Grande e o resíduo sólido sintético (constituído por Mercúrio). Foi adotado o Protocolo de Avaliação proposto por

Brito (2007) ⁽⁷⁾, foram confeccionados matrizes cimentícias com 5% de resíduo sólido sintético, 20% de argila Brasgel, 75% de cimento Portland CII-F-32 e com tempo de cura de 14 e 28 dias e temperatura ambiente. Os corpos de prova foram confeccionados no Laboratório de Gestão Ambiental e Tratamento de Resíduos (LABGER).

Preparação do resíduo sólido sintético

Inicialmente o contaminante (mercúrio) foi adicionado ao hidróxido de cálcio e em seguida homogeneizado para se obter uma massa homogênea, denominado resíduo sólido sintético (RSS). O RSS foi preparado seguindo a metodologia de Minocha et. al. (2003) ⁽⁵⁾, pesou-se 72,0 g da substância, óxido de mercúrio, em um Becker, em seguida, adicionou-se 200g de Hidróxido de Cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) e 370mL de água destilada, homogeneizando a cada adição, deixando decantar e, em seguida, filtrando-o. O resíduo contido no papel de filtro foi seco durante 24 horas ao ar livre.

Preparação dos corpos de provas

Os corpos de provas foram preparados de acordo com a Norma Brasileira da ABNT (NBR 7215, 1996) ⁽⁶⁾ e empregando o Protocolo de avaliação de materiais estabilizados/solidificados ⁽⁷⁾.

Inicialmente os aglomerantes foram pesados em uma balança analítica com precisão de 0,01 g; Em seguida o resíduo sólido sintético (contaminante) foi, também, pesado em uma balança analítica com precisão de 0,01 g; Em seguida, os aglomerantes e contaminante são colocados em uma cuba e misturados com velocidade baixa por dois minutos, registrando a hora em que o aglomerante foi posto em contato com a água de mistura. A partir do contato entre os aglomerantes com água inicia-se a contagem do tempo de preparação dos corpos de provas.

Após a pesagem, o contaminante e aglomerante são homogeneizados em presença de água de forma que se obtenha uma massa homogênea. Os

corpos de provas foram colocados no interior dos moldes cilíndricos e foram bem compactados para evitar a formação de vazios no interior dos moldes. Em seguida os corpos de prova permaneceram em repouso por um período de 24 horas para endurecimento da pasta e posterior desmolde. Placas de vidros retangulares de 70 mm por 100 mm de aresta e de no mínimo 5 mm de espessura foram colocadas para evitar perda de água por evaporação;

A figura 1 apresenta as amostras dos corpos de prova após o desmolde.



Figura 1 – Amostras dos corpos de prova após o desmolde.

Difração de Raios X

No presente trabalho os materiais foram peneirados em malha ABNT N° 200 (abertura de 0,075 mm), as amostras foram analisadas através do método de varredura que consiste na incidência dos raios X sobre uma porção da amostra em forma de pó, compactada sobre um suporte de alumínio, empregando-se um difratômetro da marca Shimadzu XRD-6000 com radiação $\text{CuK}\alpha$, tensão de 40 KV, corrente de 30mA, tamanho do passo de 0,02 θ e tempo por passo de 1,000s, com velocidade de varredura de 2 $^{\circ}(2\theta)/\text{min}$, com ângulo 2θ percorrido de 3 $^{\circ}$ a 70 $^{\circ}$.

Teste de Resistência à Compressão (RC)

O teste de RC foi realizado em conformidade com a norma ABNT NBR 7215 (1996) ⁽⁶⁾ do setor cimento e concreto, específica para avaliar cimento Portland. O ensaio de RC é realizado para verificar a capacidade que o material E/S tem em resistir a diferentes cargas de compressão mecânica.

No ensaio de RC são utilizados corpos de prova cilíndricos de 50 mm de diâmetro e 100 mm de altura, em que os mesmos são postos diretamente sobre o prato inferior de uma prensa de maneira que fique rigorosamente centrado em relação ao eixo de carregamento. A velocidade de carregamento da máquina de ensaio, ao transmitir a carga de compressão ao corpo-de-prova, deve ser equivalente a $0,25 \pm 0,05$ MPa/s.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Difração de Raios X

Os resultados obtidos na análise de Difração de Raios X, são apresentados na Figura 2.

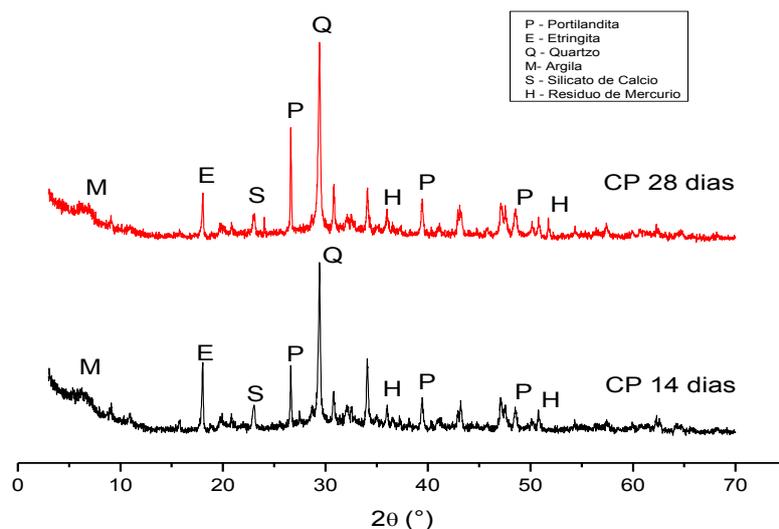


Figura 2 - Difratogramas de Raios X dos Corpos de Prova com adição de 5% em peso, de resíduo sólido sintético curados a 14 e 28 dias.

Através do espectro de Raios X, foi possível identificar as seguintes fases cristalinas: Portlandita (Ca(OH)_2), silicato de cálcio (Ca_2SiO_4), Etringita ($\text{Ca}_6[\text{Al(OH)}_6]_2[\text{SO}_4]_3 \cdot 26\text{H}_2\text{O}$) e quartzo (SiO_2). Também foi possível observar a presença de picos correspondente a argila utilizada no processo de preparação dos corpos de prova e picos correspondentes ao resíduo sólido sintético presente na matriz cimentícia. De acordo com a figura 1 observa-se que foram identificadas a presença das fases comumente detectadas em uma matriz de cimento Portland, sendo estas a Portlandita (Ca(OH)_2) e silicato de cálcio hidratado (C-S-H), também foi verificada a presença da fase de etringita ($\text{C}_6\text{AS}_3\text{H}_{32}$), que normalmente se forma no início da hidratação do cimento. Como impureza foi detectado o quartzo.

Os resultados obtidos na análise de DRX confirma que a adição do resíduo sintético á matriz cimentícia, não afetou as reações de hidratação do cimento.

A Tabela 1 apresenta as cartas cristalográficas de referência dos materiais identificados através da análise de Difração de Raios X.

Tabela 1 – Referência das cartas cristalográficas

Ref. Carta	Identificação da fase	Ref. Difratoograma
1388	Etringita	E
3739	Portlandita	P
2973	Resíduo de Mercúrio	H
4261	Silicato de Cálcio	S
6100	Argila	M

Resistência a Compressão

Os valores de resistência à compressão realizado segundo a Norma ABNT NBR 7215 (1996) de corpos-de-prova rompidos nas idades de 14 e 28 dias estão relacionados na Tabela 2. Este ensaio foi utilizado para avaliar a

integridade dos materiais estabilizados por solidificação. Os resultados representam o valor para corpos-de-prova cilíndricos.

Tabela 2. Resultados de resistência a Compressão.

Idade dos Corpos-de-prova	Resistência a Compressão (RC)
14 dias	0,6MPa
28 dias	0,8MPa

De acordo com a Tabela 2, é possível observar que com o tempo de cura mais prolongado, destaca-se o avanço das reações de hidratação do cimento, resultando assim em um valor de Resistência a Compressão maior que o valor apresentado em 14 dias.

De acordo com o Protocolo de Avaliação ⁽⁷⁾ os resultados obtidos através do Teste de Resistência a Compressão indicam que o material obtido apresentou resistência a compressão inferior a 1 MPa, isso significa dizer que desta forma este material deve ter como destinação final o aterro de resíduos industriais perigosos.

CONCLUSÕES

A análise de Difração de Raios X evidenciou que se trata de um material constituído por cimento, argila e resíduo sólido sintético. Através dos picos característicos da amostra foi possível identificar a presença dos materiais pertinentes as fazes de hidratação do cimento, também observou-se o surgimento de pico característico do quartzo que faz referência a impurezas contida na argila.

Os corpos de prova com 14 e 28 dias de cura foram avaliados como materiais estabilizados com restrição, devido a sua reprovação no teste de resistência a compressão. Avaliando os critérios de imobilização dos contaminantes (resíduo sólido sintético), pode-se verificar que esta é uma tecnologia promissora no que se refere a imobilização de resíduos perigosos em uma matriz de cimento.

Esse trabalho estabelece como projeções futuras a realização dos testes de lixiviação e solubilização na tentativa de indicar e melhorar o desempenho da técnica de Estabilização por Solidificação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos organismos de fomento CAPES e REUNI

REFERÊNCIAS

- (1) CUNHA, V. e FILHO, J. V. C. **Gerenciamento da coleta de resíduos sólidos urbanos: estruturação e aplicação de modelo não-linear de programação por metas.** Gestão e Produção. V. 9, n. 2, p. 143-161, 2002.
- (2) VALENZUELA-DÍAZ F. R. **Preparation of organophilic clays from a Brazilian smectitic clay.** Key Eng. Mater., v. 189-191, p. 203-207, 2001.
- (3) BRITO, A. L. F.; SOARES, S. R. **Avaliação da integridade e da retenção de metais pesados em materiais estabilizados por solidificação.** Eng. Sanit. Ambient., Rio de Janeiro Jan./Mar. v.14, p. 40, n°.1, 2009.
- (4) SHI, C.; SPENCE, R. **Designing of cement-based formula for solidification/stabilization of hazardous, radioactive, and mixed wastes.** Critical Reviews in Environmental Science and Technology, v. 34, n. 4, p. 391-417, jul./ago. 2004.
- (5) MINOCHA, A. K.; JAIN, N.; VERMA C. L.; **Effect of inorganic materials on the solidification of heavy metal sludge.** Environmental Science and Technology Division, Central Building Research Institute, India, 2003. p. 1695-1701.
- (6) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS . **ABNT NBR 7.215: Determinação da resistência à compressão.** Rio de Janeiro, p. 8, 1996.
- (7) BRITO, A. L. F. **Protocolo de Avaliação de Materiais Resultantes da Estabilização por Solidificação.** Tese de Doutorado em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis - SC, 2007.

EVALUATION OF MATERIALS AND SPEEDS TO REUSE SOLIDIFIED IN CIVIL CONSTRUCTION

ABSTRACT

Faced with the serious threats to the environment , are highlighted in solid waste containing heavy metals , which are of particular concern , against this background necessary waste treatment and use of techniques that allow the immobilization of contaminants providing a reduction in the environmental impact is . One way of treatment is a stabilization solidification technology, since this promotes the immobilisation and retention of contaminants in a solid matrix. Taking into consideration the aforementioned problematic this study aimed to characterize the samples Brasgel clay, ordinary Portland cement and a solid residue through techniques: X-ray Diffraction and resistance to compression test. The results indicated that according to the protocol of evaluation of materials stabilized / solidified material has not been solidified , but this residue may have stabilized as the disposal of hazardous industrial waste landfill .

Keywords : Clay Brasgel Cement Stabilization , Solidification