

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE INTEGRIDADE DE MATERIAIS SOLIDIFICADOS CONTENDO RESÍDUOS SÓLIDOS DE LABORATÓRIO

Fernanda Siqueira Lima¹
André Luiz Fiquene de Brito²
Ana Cristina Silva Muniz³
Sabrina Maia Sousa⁴
Josevania Rodrigues Jovelino⁵

^{1,2,3,4,5}Tecnologia Química e Ambiental – LABGER - Universidade Federal de Campina Grande – Campina Grande-PB, Brasil, fsl_nanda@hotmail.com
andre.fiquene@ufcg.edu.br; anamuniz252@gmail.com
maia.sabrina17@gmail.com; vannya.req@gmail.com

Introdução

Os resíduos químicos de laboratório gerados em quantidades consideráveis por atividades de pesquisa e/ou ensino nas universidades, locais de excelência em formação de novos recursos humanos, passaram a ser uma preocupação no Brasil a partir da década de 1990, em face de falta de uma gestão adequada para os mesmos que eram descartados sem critério algum (MARINHO, 2011).

A partir da necessidade da aplicação de procedimentos eficazes que pudessem minimizar os impactos ambientais gerados pela disposição incorreta desses materiais, iniciou-se a busca por estratégias de tratamento com vistas a eliminar as características que classificam o resíduo como perigoso (corrosividade, metais pesados em solução, reagentes orgânicos de elevada toxicidade e etc.) ou então definir uma destinação final adequada a custos acessíveis (MARINHO, 2011).

A técnica de tratamento de resíduos industriais por Estabilização por Solidificação (E/S) antes de seu descarte é impulsionada pela necessidade de melhorar o manuseio do resíduo, prover um material com alta resistência e durabilidade, bem como reduzir a mobilidade de poluentes no solo por lixiviação e solubilização (BRITO et al., 2002) e gerar reflexos econômicos e sociais positivos para a indústria geradora de resíduos.

O bom desempenho da tecnologia de estabilização por solidificação de resíduos sólidos perigosos depende da análise dos parâmetros selecionados do processo. Os parâmetros considerados como cruciais no processo é o percentual mássico de resíduos em matriz cimentícia e o tempo de cura.

O presente trabalho apresenta a avaliação da integridade de materiais solidificados contendo resíduos químicos de laboratórios de Ensino da Universidade, que retêm metais pesados e contaminantes classificados como Classe I (perigosos). Os resíduos sólidos de laboratório foram incorporados numa matriz de cimento, sendo avaliada as suas condições de integridade dos materiais com a análise de resistência à compressão a partir dos experimentos realizados pelo planejamento experimental com ponto central composto.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Gestão Ambiental e Tratamento de Resíduos (LABGER) pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Química (UAEQ) situada no Centro de Ciências e Tecnologia (CCT) na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) na cidade de Campina Grande, Paraíba, Brasil. Os resíduos sólidos utilizados foram coletados e gerados nas atividades experimentais do Laboratório de Química Analítica da Unidade Acadêmica de Engenharia Química (UAEQ) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Planejamento

Inicialmente, foi adotado o planejamento fatorial bk com adição de quatro repetições no ponto central (PtCt). Os fatores adotados foram: Percentagem mássica em matriz cimentícia dos corpos de prova e o tempo de cura. Para o fator de porcentagem da massa do resíduo em relação à massa do cimento, foram usados os níveis 10% e 30% de resíduo sólido químico em matriz cimentícia, codificados

com (-1) e (+1), para níveis baixos e altos, respectivamente. Para o fator tempo de cura, foram usados os níveis 7 e 28 dias, codificados nos níveis baixo (-1) e alto (+1), respectivamente.

Confeção dos corpos de prova

- i) Definiu-se o traço de 1:5 e pesou-se o aglomerante areia, o ligante cimento Portland e o resíduo sólido de laboratório de acordo com seu percentual mássico pré-definido em relação ao cimento, separadamente, em uma balança analítica;
- ii) Adicionaram-se os materiais pesados em uma cuba metálica e misturou-se manualmente, de forma a obter uma massa homogênea;
- iii) Iniciou-se a contagem do tempo de preparação dos materiais a partir do momento que a água foi adicionada à mistura, em média, 24 horas;
- iv) Colocaram-se as composições no interior dos moldes;
- v) Deixou-se em repouso por um período de 24 horas para endurecimento da pasta;

Avaliação dos copos de prova

Realizou-se o ensaio de resistência à compressão (ABNT NBR 7215, 1997).

Análise estatística

Para verificar a validação do modelo, obter as respostas e verificar se existem efeitos significativos entre as respostas médias dos tratamentos, foi realizada a Análise de Variância (Analysis of Variance – ANOVA).

Resultados e Discussão

Resistência à compressão

A Tabela 1 apresenta os resultados do ensaio de resistência à compressão dos corpos de provas com o resíduo sólido químico.

Tabela 1. Resultados do ensaio de RC dos CPs

Exp.	Tempo de Cura (dias)	Resíduo (%)	RC (MPa)
1	7	10	2,1503
2	28	10	5,8497
3	7	30	3,2459
4	28	30	4,6013
5	17,5	20	4,0153
6	17,5	20	3,0115
7	17,5	20	4,8561
8	17,5	20	4,6013

De acordo com a Tabela 1, percebe-se que o melhor resultado foi referente ao experimento 2, com resistência de 5,8497 MPa, pertinente ao menor nível do fator de percentagem mássica do resíduo á 10% e o maior nível do fator de tempo de cura a 28 dias. Os resultados referentes ao tempo de cura de 7 dias, mostraram-se com resistência bem menor quando comparada às análises do tempo de cura de 28 dias. Quanto aos resultados do ponto central, conforme o mostrado na Tabela 1, maior parte desses experimentos apresentaram valor médio em torno de 4 MPa.

Na Figura 1, podemos analisar o gráfico de pareto e determinar a magnitude de importância dos efeitos da análise de resistência à compressão dos corpos de prova.

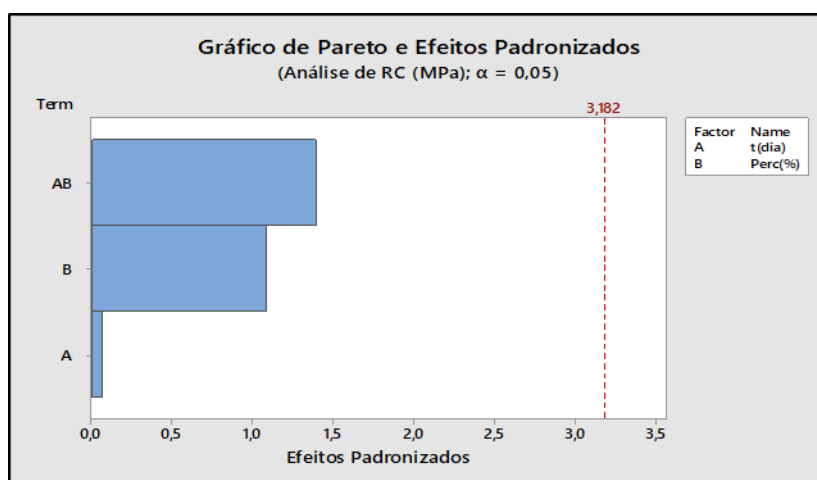


Figura1. Gráfico de pareto dos efeitos da análise de RC.

Observa-se o valor absoluto dos efeitos e uma linha de referência t no gráfico. Onde t é o quartil $(1 - \alpha/2)$ de uma distribuição t com graus de liberdade iguais aos graus de liberdade do termo de erro. O Minitab usa $\alpha = 0,05$ por padrão. Qualquer efeito que se estende para além desta linha de referência é potencialmente importante.

É notável que os efeitos não foram significativos, mostrando que as variáveis de tempo de cura e de percentagem mássica dos resíduos em matriz cimentícia não foram influentes para o resultado da análise de resistência à compressão dos corpos de prova.

Conclusão

Mesmo não havendo diferença significativa entre os resultados da análise de resistência à compressão, os corpos de provas, em sua maioria, apresentaram resistência necessária para ser descartada de maneira correta e dar um destino final aos resíduos sólidos de laboratório geradas em quantidades elevadas em instituições de ensino.

Segundo a NBR 7181/82, a estimativa da resistência à compressão do bloco de concreto com agregados, sem função estrutural, destinada à aterros sanitários sem função estrutural, a resistência mínima à compressão deste tipo de bloco é de 2,5 MPa.

Agradecimentos

Ao Laboratório de Gestão Ambiental e Tratamento de Resíduos (LABGER), Ao CNPq, A Capes, À UFCG pelo apoio acadêmico e financeiro.

Referências

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 10.004: Resíduos Sólidos - Classificação. 2004. 71p.
- BRITO, A. L. F. DE; MUNIZ, A. C. S.; LOPES, W. L.; LEITE, V. D. PRASSAD. S. Processo de Codisposição de Resíduos Sólidos de Curtume. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, v.7, n.3/4, p.144-150. 2002.
- MARINHO C. C. et al. Gerenciamento de Resíduos Químicos em um Laboratório de Ensino e Pesquisa: A Experiência do Laboratório de Limnologia da UFRJ. Laboratório de Limnologia, Departamento de Ecologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2011.
- MINITAB INC. Statistical Software–Data Analysis Software. 2014. Version 17.
- MONTGOMERY, D. C. e RUNGER, G. C. Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros. 4ª Edição, LTC Editora. São Paulo. 2009.
- SPENCE, R. D.; SHI, C. Stabilization and solidification of hazardous, radioactive and mixed wastes. Boca Raton, Florida. Ed. CRC Press. 378p. 2005.
- WTC. WASTEWATER TECHNOLOGY CENTER – WTC-EC-EPS-3/HA/9. Proposed evaluation protocol for cement based stabilization/solidification wastes. Canada: Environment Canada. 1991.