

REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE GRANITO E CAULIM E AVALIAÇÃO DE MATERIAIS ESTABILIZADOS E SOLIDIFICADOS

Sabrina Maia Sousa (1); André Luiz Fiquene de Brito (1); Ana Cristina Silva Muniz (2); Mario Gomes da Silva Júnior (3); André Luiz Fiquene de Brito (4)

Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, maia.sabrina17@gmail.com (1); andrefiquene2009@hotmail.com (1); anamuniz@deq.ufcg.edu.br (3); mario.engquimica@gmail.com (4);

RESUMO: A partir da necessidade da aplicação de mecanismos para promover a conscientização e a minimização dos impactos negativos decorrentes da disposição inadequada de resíduos no ambiente, a tecnologia de estabilização por solidificação (E/S) se mostra como um método atrativo para o tratamento de resíduos graças à sua grande eficiência e viabilidade econômica. Os resíduos sólidos industriais oriundos de indústria de granito e caulim são classificados como resíduos não perigosos e não inertes (classe II A), possuindo alta solubilidade de contaminantes potencialmente nocivos ao meio ambiente. O presente trabalho mostra a avaliação de resíduos sólidos de granito e caulim e avaliação de materiais estabilizados e solidificados a partir da fabricação de blocos cimentícios. Os blocos são compostos pelos aglomerantes areia e brita, cimento Portland, os resíduos (caulim e granito) e a água. A proporção de resíduos presentes na mistura é em relação à massa do cimento e substituído em uma parcela da quantidade de areia. O planejamento é composto por análises em triplicatas de blocos com 10% de resíduo de caulim e 30% com resíduo de granito, ambos com tempo de cura de 28 dias. Realizou-se análises de lixiviação, solubilização nos resíduos e resistência à compressão nos blocos. Com os resultados obtidos, espera-se a sua aplicação na fabricação de blocos para pavimentação na indústria civil como uma forma segura e econômica de reaproveitar o resíduo de caulim e granito.

Palavras-chaves: Estabilização por solidificação, resíduos industriais, blocos de pavimentação, granito, caulim.

INTRODUÇÃO

A geração de resíduos é importante para o desenvolvimento, uma vez que é impossível uma sociedade se desenvolver sem os produzir. Neste contexto, se encaixam os resíduos sólidos industriais de atividades da produção de granito e caulim contendo contaminantes e classificados como classe II A (ABNT NBR 10.004, 2004_a). O problema de gerenciamento nesse tipo de indústria é causado pela dificuldade da remoção de resíduos das áreas industriais e de encontrar locais para a sua adequada disposição final. Atualmente, tais resíduos têm sido lançados em rios ou enterrados no solo, acarretando danos ao meio ambiente como poluição e contaminação por conter elementos químicos tóxicos.

A busca de tratamentos eficazes que possam ser implementados a um custo acessível é um problema de difícil solução para o gerenciamento de resíduos da indústria. Nas últimas décadas, as restrições quanto ao uso do solo para disposição final de resíduos, principalmente aqueles considerados perigosos, tem se tornado cada vez mais severa, requerendo das empresas que tratam e dispõem esses resíduos à buscar alternativas de tratamentos seguros e eficazes. Assim, a técnica de

tratamento de resíduos industriais por Estabilidade por Solidificação (E/S) antes da disposição em aterro 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). Este procedimento possui reflexos econômicos e sociais positivos para a indústria geradora de resíduos e para a indústria de pavimentos, podendo promover uma parceria promissora entre uma situação privilegiada de minimização do impacto ambiental.

O presente trabalho relata o tratamento dos metais pesados e contaminantes contidos em resíduos de granito e caulim classificados como Classe II A (não-perigosos e não-inertes). O granito e o caulim a partir da tecnologia de estabilização por solidificação serão convertidos num material Classe II B (não-perigoso e inerte) com características ambientalmente seguras: menor toxicidade, menor solubilidade, menor lixiviabilidade, além de uma grande integridade/durabilidade. O material estabilizado e solidificado será usado para fabricar blocos destinados à pavimentação, tendo a indústria da construção civil como uma grande consumidora de recursos naturais, estima-se algo entre 20 e 50% do total de recursos naturais consumidos pela sociedade (MIOTELLO *et.al*, 2003), apresentando características ambientalmente seguras com a vantagem de diminuir a quantidade de rejeito a ser descartada na natureza, além de agregar valor a um resíduo indesejável, gerar novos empregos e dar maior desenvolvimento sustentável para indústrias.

METODOLOGIA

Caracterização e Classificação dos Materiais

A caracterização dos resíduos de granito e caulim consistiu na determinação dos seguintes fatores/parâmetros: concentração dos contaminantes a partir dos ensaios de lixiviação e solubilização.

A partir do extrato lixiviado obtemos as análises de DQO e determinação de metais. Os dados de metais são comparados com os requisitos exigidos fixados no Anexo F da ABNT NBR 10004, 2004: Concentração – Limite máximo no extrato obtido no ensaio de lixiviação e pela NT – 202 R.10 – Norma técnica FEEMA: Padrões de lançamento de efluentes líquidos e na resolução CONAMA Nº 430, 2011.

O teste de solubilização segue a norma ABNT NBR: 10.006:2004 (Anexo A da Norma). No filtrado (extrato solubilizado) a concentração dos metais foi determinada num espectrofotômetro de absorção atômica da marca Shimadzu Modelo AA – 6800(DIAS., 2015).

Confecção dos Corpos de Prova

A partir do traço definido de 1:5 para corpos de provas com 450 g, pesaram-se em uma balança analítica com precisão de 0,01g os aglomerantes e os resíduos seguindo as proporções de 10% do resíduo de caulim e 30% de resíduo do granito em relação á massa de cimento, sendo a melhor relação de acordo com a metodologia de BRITO, 2007. A mistura foi feita manualmente e iniciou-se a contagem do tempo de preparação dos corpos de provas a partir do contato do cimento com água, em média, 24 horas para endurecimento da pasta. As composições foram colocadas no interior dos moldes cilíndricos de 10 cm de comprimento e 5 cm de diâmetro, comprimindo a mistura afim de evitar a formação de vazios no interior dos moldes.

FIGURA 1 - Materiais na confecção e os corpos de prova

Fonte: Elaborada pelo autor

Avaliação dos CPs

O ensaio realizado de resistência à compressão segue a norma da ABNT NBR 7215, 1997.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização e Classificação dos Materiais

As Tabelas 1 e 2 mostram os resultados obtidos do ensaio de solubilização e lixiviação dos resíduos de granito e caulim.

TABELA 1 – Classificação: Lixiviação e Solubilização do resíduo de Granito

Elemento	Lixiviação (mg.L ⁻¹)	L.M.P. (mg.L ⁻¹)	Solubilizaçã o (mg.L ⁻¹)	L.M.P. (mg.L ⁻¹)
Manganês	3,28	10	0,11	0,1
Alumínio	1,50	20	< 0,10	0,2
Ferro	1,48	30	< 0, 01	0,3
Cádmio	0,013	0,5	<0,005	0,005
Cromo	0,06	5	< 0,01	0,05
Bário	0,47	70	< 0,10	0,7

Fonte: LABGER, 2015

Verifica-se a partir da Tabela 1 que o resíduo de Granito utilizado classifica-se como classe II-A (não-perigoso e não-inerte), devido a concentração de manganês acima do máximo permitido no ensaio de solubilização.

TABELA 2 - Classificação: Lixiviação e Solubilização do resíduo do Caulim

Elemento	Lixiviação (mg.L ⁻¹)	L.M.P. (mg.L ⁻¹)	Solubilização (mg.L ⁻¹)	L.M.P. (mg.L ⁻¹)
Cádmio	0,011	0,5	< 0,01	0,005
Manganês	0,25	10	< 0,01	0,1
Chumbo	0,46	1	0,02	0,01
Alumínio	0,39	20	0,67	0,2
Cromo	0,014	0,5	<0,01	0,05
Ferro	0,11	30	0,086	0,3

Fonte: LABGER, 2015

Verifica-se a partir da Tabela 2 que o resíduo de Caulim utilizado na pesquisa classifica-se também como classe II-A (não-perigoso e não-inerte), devido aos elementos Cádmio (Cd), Chumbo (Pb) e Alumínio (Al) estarem em concentrações acima dos limites máximos permissíveis (L.M.P.) no ensaio de solubilização.

Resistencia à Compressão

Foram realizadas análises em triplicata para assegurar a boa resistência do material estabilizado por solidificação.

TABELA 3 – Resultados do Ensaio de Resistência à Compressão

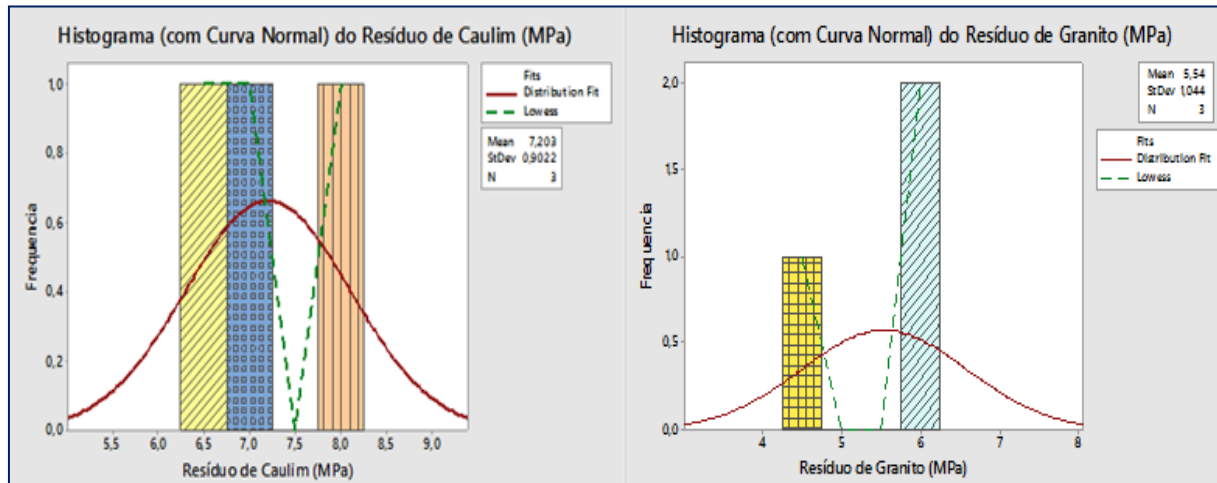
CPs	Resíduo de Caulim (kgf.cm ⁻²)	Resíduo de Granito (kgf.cm ⁻²)	Resíduo de Caulim (MPa)	Resíduo de Granito (MPa)
CP 1	83.0	63.6	8,14	6,24
CP 2	64.7	44.3	6,34	4,34
CP 3	72.7	61.6	7,13	6,04
Média	73.5	56.5	7.19	5,54
Desvio Padrão	9.18	10.61	0,90	1,04
Variância	84.2	112.63	0.8143	1,09
Coefficiente de Variação	12,5%	18,8%	12,5%	18,8%

Fonte: Autor, 2016

Em relação ao desvio padrão, o menor valor foi para o material E/S a base de caulim. Este valor mostra que o erro foi menor nas medidas com o material E/S usando o resíduo industrial a base de caulim. Por outro lado, em relação ao coeficiente de variação, os valores obtidos para o caulim corroboram o resultado da variância, ou seja, para a resistência à compressão (MPa e kgf.cm⁻²) o coeficiente de variação foi menor (12,5%).

O Gráfico 1 mostra o histograma com a curva de distribuição normal de frequência para os materiais E/S a base de caulim e granito.

GRÁFICO 1 - Histograma com Curva Normal para Material E/S

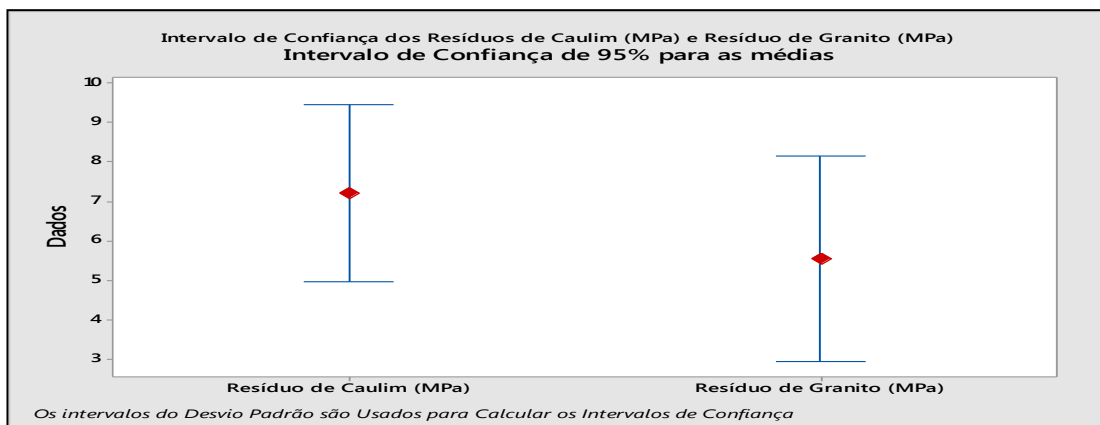


Fonte: Autor, 2016

No histograma aparecem a representação gráfica da distribuição de frequência de um conjunto de dados do caulim e do granito. No caso do caulim, o mesmo apareceu três vezes, ou seja é o número de observações correspondente a cada valor da resistência à compressão. Para o granito duas medidas de resistência apareceram duas vezes.

O Gráfico 2 mostra o intervalo de confiança com 95% para as médias dos materiais E/S a base de caulim e granito.

GRÁFICO 2 - Intervalo de confiança com 95% para as médias



Fonte: Autor, 2016

No Gráfico 2 os Intervalos de confiança foram usados para indicar a confiabilidade da estimativa. Por exemplo, o IC do resíduo caulim foi usado para descrever o quanto os resultados foram confiáveis. Sendo todas as estimativas iguais, os dados da pesquisa para o caulim apresentou um IC pequeno, sendo mais confiável do que um os dados do granito que resultou num IC maior.

CONCLUSÃO

A partir das análises de lixiviação e solubilização podemos perceber relativa concentração de contaminantes presentes nos resíduos industriais, tornando-os classe II A. utilizando a tecnologia de (E/S) para que o material seja disposto ao ambiente sem oferecer riscos. Além de ambientalmente seguro, comprova-se um material de alta integridade a partir do ensaio de resistência à compressão, em que a média das análises do material E/S a base de caulim (7,19 MPa) foi maior do que ao material E/S usando granito (5,54MPa). Ambos foram aprovados no ensaio de resistência à compressão e apresentam características para serem dispostos em aterro sanitário industrial, em que o valor mínimo aceitável é maior ou igual a 1 MPa. Além disso a alta resistência pode ser um indicativo para fabricação dos blocos para pavimentação.

REFERENCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - *ABNT NBR 10.004*: Resíduos Sólidos - Classificação. CENWin, Versão Digital, ABNT NBR 10.004, 71p, 2004_a.

BRITO, A.L.F de; MUNIZ, A. C. S.; LOPES, W. L; LEITE, V. D. PRASSAD. S. **Processo de Codificação de Resíduos Sólidos de Curtume**. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental. Vol. 7 – n. 3 e 4, p.144-150, 2002.

DIAS, J. Otimização e Limites de Avaliação Ambiental de Materiais Estabilizados por Solidificação após a incorporação de Borra Oleosa de Petróleo. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2015.

LABGER – Laboratório de Gestão Ambiental e Tratamento de Resíduos

MIOTELLO, E; OLIVEIRA, D. M; CASTILHOS JUNIOR, A.B. **Avaliação da estabilização/solidificação de borras oleosas utilizando caulinita e vermiculita como materiais adsorventes**. In: 22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 22., 2003, Joinville. [Anais eletrônicos...]. Joinville: ABES, 2003. CD-ROM