

08 a 11 de Outubro de 2018
Instituto Federal Fluminense
Búzios - RJ

CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS DO BENEFICIAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS DEPOSITADOS EM ATERROS

Tatiane Brito Perim da Silva¹ – tatianeperim@hotmail.com

Mirna Aparecida Neves² – mirnaan@gmail.com

¹ Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química – Alegre, ES, Brasil

² Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde, Departamento de Geologia – Alegre, ES, Brasil

Resumo. O setor de rochas ornamentais produz uma quantidade significativa de resíduos de granulação muito fina, também chamados de lama abrasiva. Os estudos existentes quanto à classificação desses resíduos são divergentes e geralmente direcionados ao resíduo recém-gerado, coletado no parque de beneficiamento, onde é feita a serragem dos blocos e o polimento das chapas. Os resíduos antigos, que estão depositados há vários anos, muitas vezes em sítios clandestinos, têm sido ignorados, embora seu conhecimento seja extremamente importante por constituírem passivos ambientais da indústria de rochas ornamentais. Esse estudo teve como objetivo classificar resíduos antigos, depositados a várias décadas em diversos locais no interior do Estado do Espírito Santo. A classificação dos resíduos seguiu as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. Ao contrário da maioria dos trabalhos anteriores, que classificam os resíduos como Não-Inertes, os resíduos aqui estudados são classificados como Inertes, com exceção de uma única amostra, que apresentou teor de Pb ligeiramente acima do valor máximo permitido no extrato solubilizado.

Palavras-chaves: Lama abrasiva, teste de solubilização, teste de lixiviação.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui grandes reservas de rochas ornamentais de revestimento, principalmente de mármore e granito. O Estado do Espírito Santo gera cerca de 80% da produção do país, sendo que o município de Cachoeiro de Itapemirim, localizado no Sul do Estado, é responsável por aproximadamente 90% desta produção. Além de suprir o mercado nacional, as rochas processadas em Cachoeiro de Itapemirim também são exportadas para os Estados Unidos e países europeus (MOREIRA; FREIRA; HOLANDA, 2003).

Toda essa movimentação contribui de forma direta para a economia do estado, gerando empregos e renda. Por outro lado, o setor de rochas ornamentais produz uma quantidade significativa de resíduos que causam impactos ambientais negativos. Esses resíduos são obtidos nas diversas fases do processo, como as lamas abrasivas que são oriundas da etapa do desdobramento de blocos e polimento de chapas (BRAGA *et al.*, 2010; MOREIRA; FREIRA; HOLANDA, 2003).

De acordo com o tipo de tear utilizado, a lama abrasiva tem composição diferenciada. No tear convencional ou multilâmina, é formada por água, cal, granalha de aço, e pó de rocha moída. No tear diamantado, considerado uma tecnologia mais limpa, a composição da lama se resume em água e pó de rocha moída. Na etapa de polimento, são adicionadas resinas fenólicas e outros produtos que dão acabamento e brilho às chapas. Após perder seu poder abrasivo, esta lama passa a compor um resíduo de granulação fina que, muitas vezes, é depositado de forma inadequada na natureza sem nenhum tratamento prévio. A maioria das indústrias apenas retira o excesso de água contido nessa lama, e depois a armazena em bacias escavadas no solo, sem impermeabilização e/ou cobertura. Outras enviam para aterros industriais, porém, esta ainda não é a prática mais comum (OLIVEIRA; RIBEIRO; MOREIRAS, 2016).

Por isso, se faz necessário conhecer esse material para entender o seu comportamento no ambiente. A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, por meio da NBR 10004 (ABNT, 2004a) classifica os resíduos sólidos em Perigosos e Não Perigosos, sendo este último grupo subdividido em Não Inerte e Inerte. Estudos realizados por Braga *et al.* (2010); Gonçalves, Moura e Dal Molin (2002); Manhães e Holanda (2008), classificaram o resíduo de rochas ornamentais como Não Perigoso e Não inerte (Classe II-A). Esses trabalhos classificam a lama recém-gerada, antes de sua deposição em aterros. Porém, é muito comum a ocorrência de depósitos de resíduos antigos nas áreas produtoras de rochas ornamentais, os quais passaram a compor passivos ambientais que precisam ser conhecidos para uma adequada gestão ambiental. Considera-se, portanto, importante a classificação dos resíduos depositados há vários anos, a fim de determinar se a classificação dos materiais recém-gerados se mantém.

2. METODOLOGIA

Os materiais estudados são amostras de resíduos de rocha ornamental provenientes de quatro depósitos construídos aleatoriamente, situados no interior do estado do Espírito Santo. Para a coleta, utilizou-se um trado mecânico de sondagem e, em cada depósito, foram feitos três furos. As amostras foram coletadas a um e a dois metros de profundidade, totalizando seis amostras por depósito e 24 amostras no total (Figura 1).

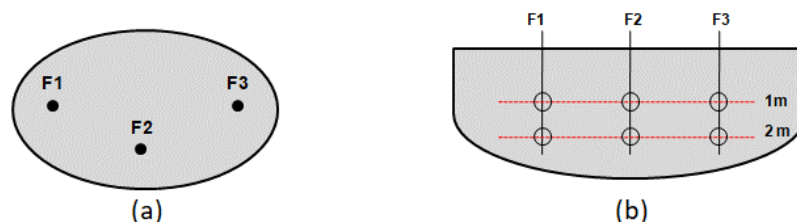


Figura 1- (a) Esquema de coleta de amostras em um depósito de resíduo com a localização, em planta, dos furos de sondagem e (b) perfil do depósito com posição aproximada dos furos e dos pontos de amostragem, em profundidade.

Os resíduos coletados foram classificados de acordo com a NBR 10004 (ABNT, 2004a) e seus anexos. Para tal, foram realizados os Testes de Lixiviação e Solubilização.

O Teste de Lixiviação seguiu os procedimentos da NBR 10005 (ABNT, 2004b). Amostras de 100 g de resíduo seco foram destorroadas e passadas por peneira com abertura mínima de 9,5 mm. No frasco de lixiviação foi adicionada a solução de extração que varia em função do valor do pH do resíduo. Se o pH for inferior a 5, utiliza-se a solução de extração 1, que contém ácido acético glacial, água deionizada e isenta de orgânicos, e hidróxido de sódio (NaOH). Se o pH for superior a 5, utiliza-se a solução de extração 2, que é composta por ácido acético glacial e água deionizada isenta de orgânicos. Após feito isso, os frascos foram fechados com fita de Politetrafluoretileno (PTFE) para evitar vazamento e agitados por 18 horas em temperatura ambiente com rotação de 30 rpm em agitador rotatório. Todos os reagentes utilizados são de alta pureza analítica. Após a agitação, as amostras foram filtradas em aparelho de filtração pressurizado, com filtro de fibra de vidro isento de resinas e com porosidade de 0,6 µm. O filtrado obtido foi denominado extrato lixiviado e conduzidos para as análises de concentrações dos parâmetros listados na Tabela 1.

Para realização do Teste de Solubilização, foram seguidos os procedimentos da NBR 10006 (ABNT, 2004c). O resíduo seco foi triturado em almofariz e 50 g do mesmo foram diluídos em 200 mL de água deionizada e isenta de orgânicos, em agitação por cinco minutos em baixa velocidade. Logo após, o frasco foi vedado com filme PVC e a mistura permaneceu em repouso por sete dias em temperatura ambiente de 25 °C. Depois dos sete dias, a mistura foi filtrada em membrana filtrante de 0,45 µm de porosidade. O filtrado foi definido como extrato solubilizado. Foram medidos o valores de pH dos extratos solubilizados, e, logo após, as amostras seguiram para as análises de concentração dos parâmetros conforme a Tabela 1.

As concentrações dos elementos traços nos eluatos foram obtidas a partir da análise de Plasma por Acoplamento Indutivo (ICP), que é uma técnica analítica muito utilizada para detecção de metais em nível de parte por bilhão (ppb). A concentração de fenol foi determinada por espectrometria UV-VIS.

Os dados obtidos nos testes de lixiviação e solubilização foram comparados com os anexos F e G da NBR 10004 (ABNT, 2004a) para verificar a existência de concentrações acima do limite máximo permitido (LMP) para a classificação dos resíduos.

Tabela 1- Parâmetros analisados no extrato lixiviado e solubilizado.

	Ag	Al	As	Ba	Cd	Cl ⁻	Cu	Cr	F ⁻	Fe	Hg	Mn	Na	Pb	Se	SO ₄	Zn	Fenol
SOL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
LIX	X		X	X	X			X	X		X			X	X			X

SOL: parâmetro analisado no extrato solubilizado

LIX: parâmetro analisado no extrato lixiviado

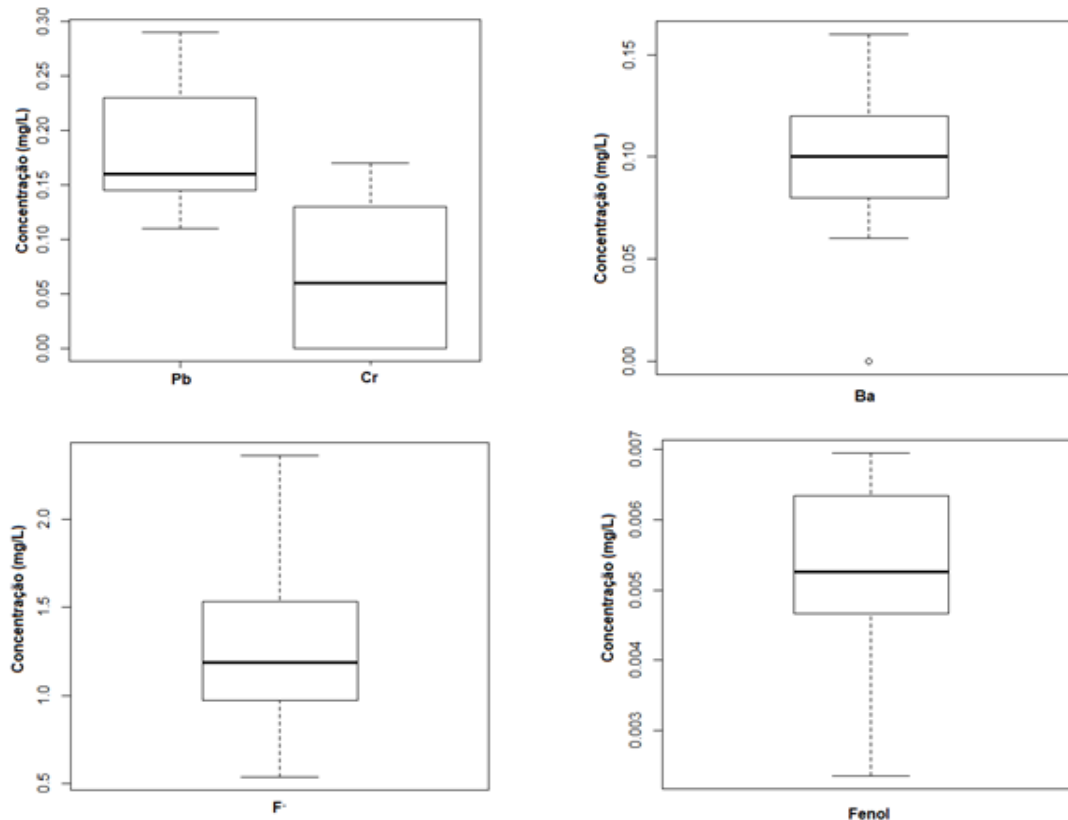
3. RESULTADOS

Os resultados obtidos nos Testes de Lixiviação e Solubilização para os quatro depósitos analisados serão mostrados a seguir:

3.1 Análise do extrato lixiviado dos resíduos depositados

As concentrações dos parâmetros analisados no eluato obtido no Teste de Lixiviação (Figura 2) foram inferiores ao Limite Máximo Permitido – LMP pela norma, portanto, esse

resíduo é Classe II, ou seja, Não Perigoso. Observa-se que os valores para o chumbo estão compreendidos entre 0,11 e 0,30 mg/L, e o LMP para esse elemento neste teste é de 1,0 mg/L. O cromo e o bário apresentaram dados simétricos e 50% deles corresponde a 0,05 mg/L e 0,10 mg/L respectivamente. O fluoreto (F⁻) apresentou valores dentro de uma faixa mais ampla, 0,5 a 2,5 mg/L, e o fenol apresentou seu máximo valor igual a 0,007 mg/L.



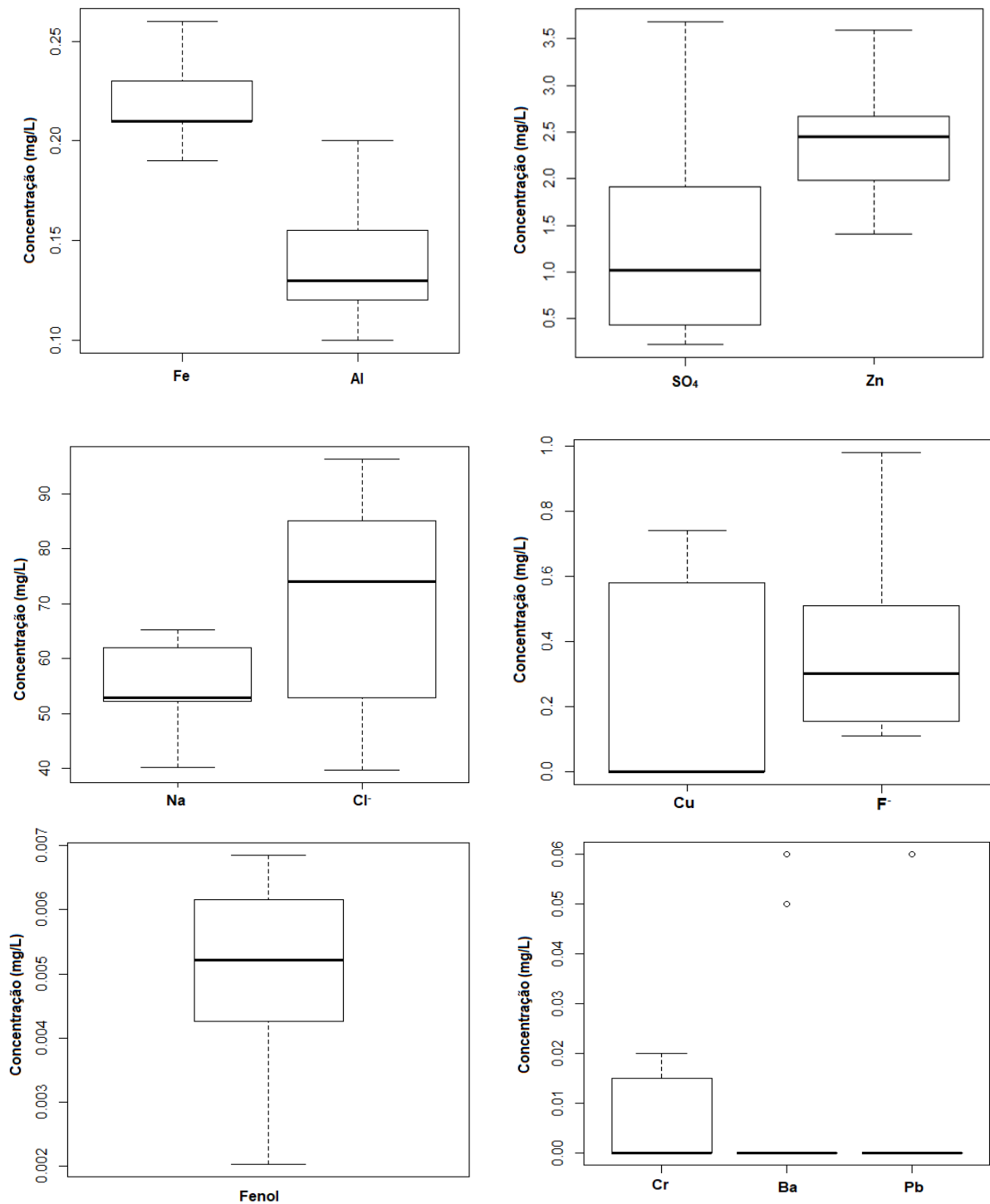
Limite Máximo Permitido - LMP (mg/L): Pb = 1,00; Cr = 5,00; Ba = 70,00; F = 150,00; Fenol = não há.

Figura 2 – Concentrações dos parâmetros analisados no extrato lixiviado dos resíduos depositados.

Os elementos arsênio (As), cádmio (Cd), mercúrio (Hg), prata (Ag) e selênio (Se), apresentaram concentrações inferiores ao limite de detecção do equipamento, por isso não constam nos gráficos da Figura 2.

3.2 Análise do extrato solubilizado dos resíduos depositados

Os dados obtidos no Teste de Solubilização mostram que todas as amostras analisadas possuem valores inferiores ao LMP. Os elementos prata (Ag), cádmio (Cd), mercúrio (Hg), manganês (Mn) e selênio (Se), apresentaram concentrações inferiores ao limite de detecção do equipamento, por isso não constam nos gráficos da Figura 3. Apenas uma das amostras apresentou concentração de chumbo igual a 0,06 mg/L, sendo que o LMP deste metal é 0,01 mg/L no extrato solubilizado. Porém, ao fazer a média do conjunto de dados, este valor se enquadra dentro do LMP, portanto, esse resíduo foi classificado como Inerte (Classe II-B).



Limite Máximo Permitido - LMP (mg/L): Fe = 0,3; Al = 0,2; SO₄ = 250,0; Zn = 5,0; Cu = 2,00; F = 1,5; Na = 200,0; Cl⁻ = 250,0; Fenol = 0,01; Cr = 0,05; Ba = 0,7; Pb = 0,01

Figura 3 – Concentrações dos parâmetros analisados no extrato solubilizado dos resíduos depositados.

Confrontando esses dados com aqueles divulgados nos estudos de Braga et al. (2010); Gonçalves, Moura & Dal Molin (2002); Manhães & Holanda (2008), percebe-se que as concentrações obtidas para os resíduos recém-gerados são maiores do que as obtidas neste estudo. Assim, é possível que, com o passar do tempo, reações químicas ocorram, levando os íons a sua forma mais estável (DELGADO et al., 2006).

Esses dados apresentam grande importância para o setor de rochas, pois a gestão de resíduos inertes é mais simples e eles podem ser usados como matéria-prima para outros produtos, como vidros, cerâmicas, construção civil, sem receio de causar danos ambientais. Porém, ainda seria prudente ampliar o estudo dos resíduos acumulados em depósitos a vários anos para verificar se a tendência de inertização das substâncias químicas se mantém.

4. CONCLUSÕES

Os resíduos de granulação fina gerados no beneficiamento de rochas ornamentais depositados a vários anos em aterros não controlados no município de Cachoeiro de Itapemirim, sul do estado do Espírito Santo, podem ser classificados como Inertes (Classe II-B), com exceção de uma amostra que apresentou teor de Pb ligeiramente acima do LMP no extrato solubilizado. É possível que, com o passar do tempo, modificações químicas provoquem a inertização de resíduos que, logo após gerados, se enquadravam na classe dos Não-Inertes (Classe II-A).

REFERENCIAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 10004a: Resíduos sólidos - classificação. Rio de Janeiro, 2004.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 10005b: Procedimento para obtenção de extrato de lixiviado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 10006c: Procedimento para obtenção de extrato de solubilizado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.
- BRAGA, F. S.; BUZZI, D. C.; COUTO, M. C. L.; LANGE, L. C. (2010), “*Caracterização ambiental de lamas de beneficiamento de rochas ornamentais*”, v. 15, n. 3, Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro.
- DELGADO, J.; VÁZQUEZ, A.; JUNCOSA, R.; BARRIENTOS, V. (2006), Geochemical assessment of the contaminant potential of granite fines produced during sawing and related processes associated to the dimension stone industry. *Journal of Geochemical Exploration*, 88, 24- 27.
- GONÇALVES, J. P.; MOURA, W. A.; DAL MOLIN, D. C. C. (2002), “*Avaliação da influência da utilização do resíduo de corte de granito (RCG), como adição, em propriedades mecânicas do concreto*”, v. 2, n. 1, Antac, Porto Alegre.
- MANHÃES J. P. V. T.; HOLANDA, J. N. F. (2008), “*Caracterização e classificação de resíduo sólido “pó de rocha granítica” gerado na indústria de rochas ornamentais*”, v. 31, n. 6, Química Nova, Rio de Janeiro.
- MOREIRA, J. M. S.; FREIRE, M. N.; HOLANDA, J. N. F. (2003), “*Utilização de resíduo de serragem de granito proveniente do estado do Espírito Santo em cerâmica vermelha*”, v. 49, Cerâmica, São Paulo.
- OLIVEIRA, T.; RIBEIRO, R. P.; MOREIRAS, T. F. (2016), “*Caracterização de lamas do corte de granitos com vista ao uso em obras geotécnicas*”, v. 25, n. 2, . Ciência e Engenharia, Uberlândia.

CLASSIFICATION OF DIMENSION STONE WASTES DISCARDED IN LANDFILLS

Abstract. *The dimension stone industry produces a signifying quantities of thyn-grained wastes, also called abrasive slurry. The researches about these wastes are not consensuous and are generally directed to the newly-generated wastes, that are collected in the processing plant, where the rocky blocks are sawed and the plates polished. The older wastes, that are disposed by several years in the environment, sometimes in clandestine sites, are still ignored, although their knowledge is extremally relevant once they compound environmental liabilities of the dimension stone industry. The aim of this work was to classify dimension stone wastes that remain deposited by various decades in several sites in the interior of the State of Espírito Santo. The classification of wastes followed the rules of the Brazilian Association of Technical Standards - ABNT. In the contrary of the majority of the previous works, that classify these wastes as Non-Inert, the wastes studied here are classified as Inert, with exception of a single sample, that showed the teor of Pb slightly above the maximum permitted value in the solubilized extract.*

Keywords: *abrasive slurry, solubilization test, leaching test.*