

III-496 - CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DE BENEFICIAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS PARA FINS DE POTENCIAL USO NA AGRICULTURA

Isabela Vieira Zandonade⁽¹⁾

Graduanda em Engenharia Agrônômica, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo. Integrante do grupo de pesquisa em manejo ambiental (GPMA).

Paola Alfonsa Vieira Lo Monaco

Mestre em Engenharia Agrícola e Doutora em Recursos Hídricos e Ambientais pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – *Campi Santa Teresa*. Integrante do Grupo de Pesquisa em Qualidade Ambiental (UFV) e Coordenadora do Grupo de Pesquisa em Manejo Ambiental (IFES).

Carla da Penha Simon

Graduanda em Engenharia Agrônômica, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo. Integrante do grupo de pesquisa em manejo ambiental (GPMA).

Antonio Teixeira de Matos

Mestre em Engenharia Agrícola e Doutor em Solos e Nutrição de plantas, pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Professor Associado IV da Universidade Federal de Viçosa. Coordenador do Grupo de Pesquisa em Qualidade Ambiental (UFV).

Endereço⁽¹⁾: Instituto Federal do Espírito Santo – *campus Santa Teresa*. Rodovia ES 080, km 21, São João de Petrópolis, Santa Teresa, Espírito Santo, Brasil. CEP: 29.660-000. Email: isabelazandonade@gmail.com

RESUMO

O setor de rochas ornamentais possui grande expressão na indústria brasileira e no Espírito Santo por sua grande contribuição no mercado nacional e internacional. No entanto, os resíduos gerados durante o processo de beneficiamento têm causado diversos problemas ambientais, em razão da sua disposição inadequada no meio ambiente. A caracterização dos resíduos de marmorarias torna-se importante para que se possa inferir sobre as possibilidades de seu uso na agricultura e, com isso, contribuir para a manutenção da sustentabilidade no setor. Dessa forma, objetiva-se com a realização deste trabalho, caracterizar os resíduos provenientes das serrarias/marmorarias de diversas localidades do Estado do Espírito Santo e avaliar as possibilidades de seu uso no meio agrícola. Para verificar a possibilidade de utilização dos resíduos de beneficiamento de rochas como corretivo de acidez do solo, as amostras foram submetidas às análises de Eficiência Relativa (ER) e Poder Neutralizante (PN) e, em seguida, na determinação do Poder Relativo de Neutralização Total (PRNT). Com base nos resultados obtidos, o PN dos resíduos do processamento das rochas ornamentais analisadas foi baixo. No que se refere aos resíduos do processamento do granito, devido à constituição da rocha, pobre em constituintes de reação básica, e, no caso do mármore, possivelmente ao elevado grau de metamorfização do material.

PALAVRAS-CHAVE: Beneficiamento de Rochas, Correção de Acidez, Resíduo.

INTRODUÇÃO

O estado do Espírito Santo é o maior produtor brasileiro de rochas ornamentais, contribuindo com 75% da produção nacional de mármore e mais da metade da produção de granitos (Raymundo, 2008). Entretanto, em ambos os setores, na extração e no beneficiamento, é gerada grande quantidade de rejeitos (em alguns casos pode atingir 60% do produto extraído), que vem se acumulando em pátios de empresas, tornando seu destino final um problema ambiental de grandes proporções (Silva et al., 2011).

A agricultura convencional é cada vez mais carente de insumos agrícolas para manter ou aumentar a produtividade das culturas. Tal fato faz do Brasil um dos maiores importadores mundiais de fertilizantes e isto onera economicamente sua produção agrícola. Os sistemas de produção agrícola brasileiros são eficientes do ponto de vista de produção física, entretanto, são altamente dependentes de insumos importados e com tendência crescente. Além disso, os fertilizantes químicos utilizam combustíveis fósseis para sua produção,

transporte e distribuição, e, aliado a sua alta solubilidade, apresentam riscos potenciais de contaminação de recursos hídricos superficiais e subterrâneos (Andrade et. al, 2009).

A aquisição de insumos agrícolas como calcários e fertilizantes, vem se tornando cada vez mais dispendiosa para o produtor rural. Desta forma, o uso de fontes alternativas como resíduos industriais pode ser uma solução para tornar ambas as atividades mais sustentáveis e ecologicamente corretas, pois visa a eliminação de um problema ambiental da indústria, promovendo redução nos custos de produção da agropecuária, o que beneficiaria toda a cadeia, do produtor ao consumidor (Costa et al., 2013).

De acordo com Souza et al. (2007), a acidez de um solo pode ser neutralizada utilizando vários compostos que podem liberar OH^- e, ou, HCO_3^- . A eficiência de um corretivo depende do teor de substâncias capazes de liberar OH^- ou HCO_3^- . (neutralizantes), tamanho das partículas (grau de moagem), estrutura cristalina do material e teor de Mg. A qualidade dos corretivos varia com a granulometria e com o poder de neutralização (PN) do material.

O poder neutralizante da acidez do solo proporcionado por um resíduo depende, em parte, de sua natureza geológica. Os de natureza sedimentar são mais reativos do que os metamórficos, e a reatividade depende, fundamentalmente, da granulometria do material, que permite estimar a eficiência relativa.

Com base na granulometria, determinam-se a reatividade (ER) e a velocidade de reação do corretivo no solo. Quando os resíduos apresentam baixa reatividade, é necessário que suas partículas sejam de tamanho menor possível, pois, quanto menores suas partículas, maior a superfície específica e maior a área de contato ou de reação.

Algumas pesquisas têm sido realizadas demonstrando a possibilidade da utilização de resíduos do beneficiamento de rochas ornamentais na construção civil, como na produção de blocos pré-moldados para alvenaria de vedação (Moura e Leite, 2011) e na indústria cerâmica (Menezes et al., 2002). Outra possibilidade é o uso na agricultura, para promover o enriquecimento mineral e a correção da acidez do solo.

A utilização do pó de rochas na agricultura vem sendo muito discutida, porém pouco estudada, já que são poucos os artigos publicados em revistas científicas. Com isso, a utilização desses resíduos na agricultura vem sendo pautada predominantemente em questões ideológicas, carecendo de maior embasamento científico. Dessa forma, objetivou-se com este estudo, avaliar a qualidade de resíduos oriundos do corte de rochas ornamentais das serrarias e marmorarias, provenientes de várias regiões do Estado do Espírito Santo, no que se refere à sua potencial utilização na agricultura.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Laboratório de Solos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo- IFES, Campus Santa Teresa. As amostras foram coletadas em marmorarias e serrarias de granito e mármore localizadas nos Municípios de Venda Nova do Imigrante, Cachoeiro de Itapemirim, Conceição do Castelo, Itapemirim, Nova Venécia, Barra de São Francisco, Vila Velha, Viana, Vitória, Castelo, Serra, Santa Teresa e Itaguaçu, estado do Espírito Santo, Brasil.

Os resíduos de rochas ornamentais foram secos ao ar e depois destorroados, obtendo-se um pó fino. De cada resíduo separou-se 200 g que foram passados em peneiras de # 10 (2 mm), # 20 (0,84 mm), # 50 (0,30 mm), de acordo com as normas da ABNT.

As peneiras foram sobrepostas em ordem crescente de malha (#50 #20 #10), que foram agitadas por 5 minutos e, ao final desse tempo, foi feita a pesagem do material retido em cada peneira, inclusive o da bandeja receptora final. Com as massas retidas em cada peneira, foi calculada a Eficiência Relativa (ER) da amostra, conforme Equação 1:

$$ER = \frac{(m1 \times 0 + m2 \times 20 + m3 \times 60 + m4 \times 100)}{m \text{ Total}}$$

Equação (1)

em que,

ER – Eficiência Relativa (%);

m1 – massa retida na peneira no. 10 (2 mm);

m2 – massa retida na peneira no. 20 (0,84 mm);

m3 – massa retida na peneira no. 50 (0,30 mm);

m4 – massa presente na bandeja;

mTotal – massa total da amostra do resíduo.

Para a determinação do Poder Neutralizante (PN) foram realizados os seguintes procedimentos: em um erlenmeyer com capacidade de 250 mL, colocou-se 1 g do resíduo e 25 mL de HCl 1 mol_e L⁻¹ padronizado. Em outro erlenmeyer, adicionou-se 25 mL do HCl 1 mol_e L⁻¹ (prova em branco), com três repetições para cada amostra. Os erlenmeyers foram aquecidos em chapa aquecedora, por 5 minutos de ebulição, quando, então, foram retirados da chapa e resfriados em condições ambiente. Para a realização da titulação foram adicionadas 3 gotas de fenolftaleína (indicador) e titulou-se com a solução padrão de NaOH 1 mol_e L⁻¹, até que a solução assumisse coloração rósea. Por meio dos valores obtidos na titulação, foram calculados o PN de acordo com a Equação 2.

$$PN = 5 \times \frac{(Vb - Va)}{m}$$

Equação (2)

em que,

PN – Poder Neutralizante (% de CaCO₃);

Va – volume de solução NaOH gasto na titulação da amostra de resíduo (mL);

Vb – volume de solução NaOH gasto na titulação do branco (mL)

m – massa de resíduo (g)

O Poder Relativo de Neutralização Total (PRNT) foi, então, calculado utilizando-se a Equação 3:

$$PRNT = PN \times \frac{ER}{100}$$

Equação (3)

em que,

PRNT - Poder Relativo de Neutralização Total (% de CaCO₃);

PN – Poder Neutralizante (% de CaCO₃);

ER – Eficiência Relativa (%);

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para os cálculos de Eficiência Relativa, Poder Neutralizante e Poder Relativo de Neutralização Total estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios de Eficiência relativa (ER), poder neutralizante (PN) e poder relativo de neutralização (PRNT) das amostras analisadas.

Amostras	Tipo de beneficiamento	Tipo de lâmina	Rocha	ER (%)	PN (%)	PRNT (%)
VNI - 1	Corte e acabamento	Lâmina diamantada	Granito e mármore	50.78	15	7.61
VNI - 2	Desdobramento e polimento	Lâmina diamantada e aço	Granito e mármore	68.51	9.5	6.5
VNI - 3	Desdobramento e polimento	Fios diamantados	Granito e mármore	89.16	5.66	5.04
VNI - 4	Desdobramento e polimento	Lâmina de aço e fios diamantados	Granito	52.66	16,5	8,68
VNI- 5	Desdobramento e polimento	Lâmina de aço	Granito	54.8	9.0	4.92
VNI- 6	Corte e acabamento	Fios diamantados	Granito	67.62	24.33	16.45
ST - 1	Desdobramento e polimento	Lâmina diamantada	Mármore	84.4	13.66	11.53
ST- 2	Corte e acabamento	Lâmina diamantada	Mármore	58.2	9.33	5.43
S - 1	Desdobramento e polimento	Lâmina diamantada	Granito	13.2	28.16	3.71
I - 1	Corte e acabamento	Lâmina de aço	Granito	64.4	11.16	7.19
CH - 1	Desdobramento e polimento	Lâmina de aço	Granito	60.2	7.33	4.41
CH - 2	Desdobramento e polimento	Lâmina de aço	Granito e mármore	70.0	10.66	7.46
CC - 1	Corte e acabamento	Lâmina de aço	Granito	56.6	10.66	6.03
NV - 1	Desdobramento e polimento	Lâmina de aço	Granito	21.8	15.16	3.3
IT - 1	Desdobramento e polimento	Lâmina de aço	Granito e Mármore	60.4	8.66	5.23
BSF -1	Corte e acabamento	Lâmina de aço	Granito e mármore	70.6	8.83	6.23
CA - 1	Desdobramento e polimento	Fios diamantados	Granito	74.6	11.16	8.32
VI - 1	Desdobramento e polimento	Fios diamantados	Granito	74.4	2.66	1.98
VV - 1	Corte e acabamento	Lâmina de aço	Granito e mármore	69,8	0.16	0.11
VT -1	Corte e acabamento	Lâmina diamantada	Granito e mármore	60.2	7.83	4,71

VNI – Venda Nova do Imigrante; ST – Santa Teresa, S – Serra; I – Itaguaçu; CH – Cachoeiro do Itapemirim; CC – Conceição do Castelo; NV – Nova Venécia; IT – Itapemirim, BSF – Barro de São Francisco; VI – Viana; CA – Cariacica; VV – Vila Velha; VT – Vitória.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 1, todas as amostras apresentaram valores de PN abaixo de 28,16%, evidenciando a baixa capacidade de liberar OH^- e/ou HCO_3^- . Em relação aos resíduos do processamento do granito, isso já era esperado, entretanto, no que se refere aos resíduos de mármore, entende-se que os baixos valores de PN sejam decorrentes do elevado grau de metamorfização que foi submetido o calcário gerador do mármore.

Ferres et al. (2011), ao avaliarem a potencialidade do resíduo de beneficiamento do granito como corretivo da acidez do solo, também obtiveram baixos valores de PN e PRNT, 5,68% CaCO_3 e 5,11% CaCO_3 , respectivamente. Os autores concluíram que doses relativamente altas do pó de granito proporcionaram pequeno acréscimo no valor de pH do solo.

Os baixos valores de PN das amostras, notadamente quando são comparados resíduos de mesma matéria-prima, podem estar associados também ao tipo de lâmina utilizada no corte da pedra. De acordo com Calmon & Silva (2006), a serragem dos blocos pode ser feita em dois tipos de teares: um deles usa a lâminas de aço e o outro usa lâminas ou fios diamantados. No processo que usa a lâmina de aço, os teares são dotados de lâminas

com movimento pendular por onde circula uma polpa de serragem, também conhecida como “lama abrasiva”, composta por granalha de aço (grãos milimétricos facetados), cal e água (BRAGA et al., 2010). No sistema de serragem com lâminas diamantadas não é necessário o uso de granalha e cal, utilizando-se apenas água no processo; assim, o resíduo gerado é composto, basicamente, de pó de rocha e água. Dessa forma, como a maioria dos blocos foi cortada com lâminas e fios diamantados, o resíduo não contém cal, fato que poderia proporcionar valores maiores de PN.

CONCLUSÕES

O Potencial Neutralizante dos resíduos do processamento das rochas ornamentais analisadas foi baixo. No que se refere aos resíduos do processamento do granito, devido à constituição da rocha, pobre em constituintes de reação básica, e, no caso do mármore, possivelmente ao elevado grau de metamorfização do material.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRADE, E. M.; AQUINO, D. N.; CRISÓSTOMO, L. A.; RODRIGUES, J. O.; LOPES, F. B. Impacto da lixiviação de nitrato e cloreto no lençol freático sob condições de cultivo irrigado. *Ciência Rural*, v.39, n.1, p. 88-95. 2009.
2. BRAGA, F. S.; BUZZI, D. C.; COUTO, M. C. L. LANGE, L. C. Caracterização ambiental de lamas de beneficiamento de rochas ornamentais. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.15, n.1, p. 237-244. 2010.
3. CALMON, J. L.; SILVA, S.A.C. Mármore e granito no Espírito Santo: problemas ambientais e soluções. In: Domingues, A.F.; Boson, P. H.G. Alópaz, S. A gestão de recursos hídricos e a mineração. Brasília: Agência Nacional das águas – ANA, Instituto Brasileiro de Mineração – IBRAM, p. 199-231. 2006.
4. COSTA, A. S. V.; HORMN, A. H.; DONAGEMMA, G. K.; SILVA, M. B. Uso do resíduo de granito oriundo da serraria e polimento como corretivo e fertilizante de solos agrícolas. *Revista Geonomos*, v.18, n. 1, p. 23-27. 2010.
5. FERRES, G. C.; MATOS, A. T.; EUSTÁQUIO JÚNIOR, V.; BAPTESTINI, J. C. M.; LO MONACO, P.A.V.; RIBEIRO, I. C. A. In: WASTES: Solutions, Treatments and Opportunities, 2011, Guimarães - Portugal. WASTES: Solutions, Treatments and Opportunities. 2011.
6. MENEZES, R. R.; FERREIRA, H. S.; NEVES, G.; FERREIRA, H.C. The use of granite wastes as ceramic raw materials. *Cerâmica*, v.48, n.306, p. 92-101. 2002.
7. MOURA, W. A.; LEITE, M. B. Estudo da viabilidade da produção de blocos com utilização de resíduo de serragem de rochas ornamentais para alvenaria de vedação. *Revista Escola de Minas*, v.64, n.2, p. 147-154. 2011.
8. RAYMUNDO, V.; NEVES, M. A.; CARDOSO, M. S. N.; BREGONCI, I. S.; LIMA, J. S. S.; FONSECA, A.B. Uso de resíduos de serragem de mármore do Estado do Espírito Santo como corretivo da acidez de solos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, n. 1, p. 47-53. 2013.
9. SILVA, A. W. R.; RANGEL, O. J. P.; TONOLI, A. L.; LUCAS, T.C.; MONTEIRO, E.C.; PASSOS, R.R. Uso agrícola de rejeitos de rocha: efeitos na correção da acidez do solo e no desenvolvimento do milho. VI Jornada de Iniciação Científica, Desenvolvimento Tecnológico e Inovação. Alegre, IFES – Campus Alegre. 2011.
10. SOUSA, D. M. G.; MIRANDA, L. N.; OLIVEIRA, S. A. Acidez do solo e sua correção. In: Fertilidade do Solo. Viçosa, MG. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 205-274. 2007.