

## Caracterização de resíduos de diferentes processos de beneficiamento do mármore para fins de calagem<sup>(1)</sup>.

**Maria Maiara Cazotti<sup>(2)</sup>; Cleverson Vieira Pires<sup>(3)</sup>; Vanessa Schiavon Lopes<sup>(4)</sup>; Paulo Roberto Cecon<sup>(5)</sup>; Liovano Marciano da Costa<sup>(6)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa <sup>(2)</sup> Estudante de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas; Universidade Federal de Viçosa; Viçosa, MG; maiaracazotti@hotmail.com; <sup>(3)</sup>, <sup>(4)</sup> Estudante de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas; Universidade Federal de Viçosa; <sup>(5)</sup>, <sup>(6)</sup> Professor; Universidade Federal de Viçosa.

**RESUMO:** O Brasil apresenta clima privilegiado para desenvolvimento de várias espécies vegetais, entretanto os solos normalmente apresentam baixa fertilidade natural, baixa CTC, baixo pH e alta saturação por alumínio. Os resíduos gerados no processo de extração e beneficiamento apresentam uma fonte para a correção de acidez dos solos e ainda uma alternativa ao grande volume de resíduos. Sugere-se que o comportamento desses resíduos como corretivo, podem ser dependente de qual etapa do beneficiamento esse é oriundo, visto que a granulometria do material vai ser influenciada, assim como a composição química que pode ser influenciada pelos abrasivos. Diante do exposto o objetivo deste trabalho é caracterizar e comparar resíduos do beneficiamento e da serrada do mármore com o calcário comercial. Os corretivos de acidez em estudo são: resíduos do beneficiamento do mármore, serrada (RS) e do polimento (RP) e o calcário comercial (CC). Nos corretivos foram avaliadas teores de metais pesados, poder de neutralização total (PRNT), teores de CaO e MgO, teores totais de Ca, Mg, Al, K, Na e Si e área superficial específica. Observa-se que, o RP apresenta maior poder relativo de neutralização, maior área superficial específica e menor granulometria. Em relação a composição química os resíduos não apresentaram diferenças consideráveis e em relação aos metais pesados todos os corretivos de acidez encontram-se abaixo dos limites estabelecidos para uso agrícola.

**Termos de indexação:** sustentabilidade, pó de rocha, correção da acidez.

### INTRODUÇÃO

O Brasil clima privilegiado para desenvolvimento de várias espécies vegetais de interesse econômico, entretanto com limitações nos aspectos químicos dos solos, normalmente apresentam baixa CTC, baixo pH e alta saturação por alumínio, cerca de 70 % dos solos são considerados ácidos.

Por essas razões, a exploração agrícola desses solos necessita de correção da acidez. Segundo Caires et al. (1988) a calagem é a prática mais eficiente para elevar o pH, teores de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e saturação por bases e reduzir  $\text{Al}^{3+}$  no solo.

Nesse contexto, os resíduos gerados beneficiamento de mármore apresentam potencial para ser utilizados como corretivo de acidez do solo (XENIDIS et al., 2002, KARASAHIN TERZI, 2007, BILGIN et al., 2012), com a vantagem de diminuir a quantidade de rejeito a ser descartado no ambiente, além de agregar valor a um resíduo indesejável.

Em trabalho com resíduos de pedra e do corte de mármore, Tozzin et al. (2014) concluíram que os resíduos do corte de mármore, e especialmente, os resíduos de mármore oriundos da pedra poderiam ser usados como alternativa ao calcário agrícola para a neutralização da acidez do solo.

Segundo Coelho (2004), os fatores que influenciam na eficiência dos corretivos agrícolas e consequentemente na qualidade são o valor neutralizante e a granulometria. O valor neutralizante é fundamental, porém, devido à baixa solubilidade em água dos corretivos, a granulometria assume papel importante uma vez que sua dissolução fica na dependência da umidade do solo.

Diante do exposto os resíduos do processo de polimento por apresentarem menor granulometria, podem apresentar comportamento diferente, dos resíduos do processo de serrada do mármore, por possuírem granulometria maior. Ainda podem apresentar diferença na composição química, visto que, os abrasivos usados para o corte possuem composição química diferente daqueles usados no polimento.

O objetivo deste trabalho é caracterizar e comparar resíduos do beneficiamento e da serrada do mármore com calcário comercial.

### MATERIAL E MÉTODOS

O resíduo de polimento de mármore (RP) e o resíduo de serraria de mármore (RS) foram

coletados em uma empresa de beneficiamento de rochas ornamentais localizada em Cachoeiro de Itapemirim - Espírito Santo.

O calcário comercial (CC) é oriundo da exploração realizada na região compreendida no Terreno Oriental da Faixa Ribeira, Domínio Italva, Formação São Joaquim, localizada no município de Italva, RJ e foi adquirido no comércio local de Viçosa, MG.

Para se determinar o poder relativo de neutralização total (PRNT) dos corretivos de acidez foi utilizado o procedimento padrão pela IN 28-2007 (BRASIL, 2007).

O PN de cada corretivo estudado foi determinado pelo método da titulação ácido-base, segundo norma do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, com quatro repetições (BRASIL, 2007). A reatividade foi calculada a partir dos resultados da composição granulométrica conforme BRASIL (2007).

Os teores de  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  e dos micronutrientes disponíveis Fe, B, Cu, Mn e Zn em cada material em estudo foram obtidos segundo norma do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, com quatro repetições (BRASIL, 2007). A dosagem destes elementos foi feita em espectrômetro de absorção atômica (AAS) e B por fotocolorimetria.

Para a caracterização a determinação dos teores de Al, K, P, Na e Si foi utilizada a fusão alcalina, seguindo o procedimento descrito por Pansu e Gautheyrou (2003), adaptado por Guerra et al. (2013). A dosagem destes elementos foi realizada em espectrômetro de emissão ótica acoplado ao plasma induzido (ICP-OES).

Para a área superficial específica foi utilizada a método B.E.T. (Brunauer, Emmett, Teller) utilizando o aparelho NOVA instrument (Quantachrome. Instruments version 10.01).

Foi determinada a concentração total de metais pesados presente nos resíduos de beneficiamento do mármore, conforme métodos conhecidos para determinação de metais pesados em fertilizantes, corretivos agrícolas, condicionantes de solo e substrato para plantas definidos pela instrução normativa nº 24 de 20 de junho de 2007 da Secretária de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento MAPA (BRASIL, 2007). Os valores médios obtidos para os corretivos de acidez foram comparados com os limites de concentração máxima estabelecidos pela U.S.EPA - 40 CFR Part. 503 (uso agrícola), que são os mesmos limites adotados pela CETESB, (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental).

Para as características em estudo, devido a grande variabilidade, optou-se pela análise estatística descritiva.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da caracterização química e física dos corretivos de acidez são mostrados na Tabela 1, todos apresentam a granulação de calcário "filler, mais fina que 0,30 mm. Pôde-se observar que 5 % do RS encontrava-se com granulometria entre 0,074 mm e 0,053 mm e que 100 % do RP encontrava-se com granulometria menor que 0,053 mm. Por motivos técnicos não foram realizadas demais classificações. A diferença na granulometria do material já era esperada, pois o processo de polimento é uma etapa de acabamento onde a placa de rocha é tratada de forma mais cuidadosa com a passagem continuada de polidores para uniformização e brilho de sua superfície. A serraria é um processo inicial de corte de blocos e é realizada por serras de ferro, com a utilização de abrasivos para facilitar os cortes ou com fios diamantado ( COSTA et al., 2010).

Os valores de PRNT são maiores para o RP seguido pelo RS e o CC. O RP possui relação molar de Ca:Mg de 3:1, o CC de 5:1 e o RS de 3:1. A maioria dos trabalhos considera relações Ca:Mg entre 4:1 e 8:1 como adequadas para as plantas cultivadas (MEDEIROS et al., 2008).

Na Tabela 2, observam-se os valores médios de metais pesados analisados nos corretivos de acidez, considerando os limites de concentração máxima estabelecidos pela U.S.EPA - 40 CFR Part. 503 (uso agrícola) (*Environmental Protection Agency –United States*), que são os mesmo limites adotados pela CETESB, (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental), todos os corretivos de acidez encontram-se abaixo dos limites. Resultados semelhantes foram encontrados por Raimundo et al. (2013), que trabalharam com resíduos de mármore serrado em tear com lâmina diamantada e resíduo de mármore serrado em tear com lâmina e granalha de aço.

Os valores médios dos teores de Al, Ca, K, Mg, Na, P, Fe, Zn, Cu, Mn, B e Si dos corretivos de acidez dos são observados na Tabela 3, apesar dos RP e RS serem oriundos de processos de beneficiamento distintos tratava-se do mesmo mármore, logo não apresentam diferenças consideráveis na composição final.

Em relação à área superficial específica dos diferentes corretivos de acidez (Tabela 4), pode-se observar possivelmente a influência da granulometria, onde, o RP apresentou maior área

superficial específica 1,75 vezes maior que o RS e 1,69 vezes maior que o CC.

## CONCLUSÕES

O RP apresenta menor granulometria e maior poder relativo de neutralização.

O RP apresenta maior área superficial específica.

A composição química dos resíduos não apresentam diferenças consideráveis.

Os teores dos metais pesados encontram-se abaixo dos limites estabelecidos para o uso agrícola.

## AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa, ao CNPq pela concessão da bolsa e a FAPEMIG pelo auxílio financeiro na publicação deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organominerais e corretivos. IN nº 28. Brasília, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Métodos reconhecidos para determinação de metais pesados tóxicos em fertilizantes, corretivos agrícolas, condicionadores de solo e substratos para plantas. IN nº 24. Brasília, 2007.

BILGIN, N.; YEPREM, H. A.; ARSLAN, S.; BILGIN, A.; GUNAY, E.; MARS OGLU, M. Use of waste marble powder in brick industry. *Construction and Building Materials*. Elsevier Science, Amsterdam, 29:449-457, 2012.

CAIRES, E. F.; CHUEIRI, W. A.; MADRUGA, E. F.; FIGUEIREDO, A. Alterações das características químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na superfície em sistema de cultivo sem preparo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 22:27-34, 1988.

COELHO, A. M. Eficiência de calcários de diferentes granulometrias na correção da acidez do solo. MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). Comunicado Técnico 100, 2004, 4p.

COSTA A. S. V.; HORN 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*, 18:23-27, 2010.

GUERRA, M. B. B.; NETO, E. L.; PRIANTI, M. T.A.; PEREIRA FILHO, E. R. P.; SCHAEFER, C. E. G. R. Post-fire study of the Brazilian Scientific Antarctic Station: Toxic element contamination and potential mobility on the surrounding environment. *Microchemical Journal*. Elsevier Science, 110:21-27, 2013.

KARASAHIN, M.; TERZI, S. Evaluation of marble dust in the mixture of asphaltic concrete. *Construction and Building Materials* 21. Elsevier Science, 21:616-620, 2007.

MEDEIROS J.C.; ALBUQUERQUE J. A.; MAFRA A. L.; ROSA J. D.; GATIBONI L. C. Relação cálcio:magnésio do corretivo da acidez do solo na nutrição e no desenvolvimento inicial de plantas de milho em um Cambissolo Húmico Álico. *Semina: Ciências Agrárias*, 29:799-806, 2008.

PANSU, M.; GAUTHEYROU, J. *Handbook of Soil Analysis: Mineralogical, Organic and Inorganic Methods*. Springer Dordrecht, Netherlands, 2003, 995 p.

RAYMUNDO, V.; NEVES M. A.; CARDOSO, M. S. N.; BREGONCI, I. S.; LIMA, J. S. S.; FONSECA A. B. Resíduos de serragem de mármore como corretivo da acidez de solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17:47-53, 2013.

TOZSIN, G.; AROL, A. I.; OZTAS, T.; KALKAN, E. Using marble wastes as a soil amendment for acidic soil neutralization. *Journal of Environmental Management* 133, Elsevier Science, 25:374-377, 2014.

UNITED STATES Environmental Protection Agency. 40 CFR - Parts 503. final rules: Standards for the use of sewage sludge. *Federal Register*, Washington, 58: 9248 - 9415, 1993.

XENIDIS, A.; MYLONA, E.; PASPALIARIS, I. Potential use of lignite fly ash for the control of acid generation from sulphidic wastes. *Waste Management*. Elsevier Science, Amsterdam, 22:631-641, 2002.

**Tabela 1 - Caracterização química e física dos diferentes corretivos de acidez**

Corretivo de acidez	PRNT	PN	CaO	MgO	Peneira ABNT		
					2,0 mm	0,84 mm	0,3 mm
				%			
RP	100,03	100,03	25,54	7,99	100	100	100
CC	74,43	74,43	22	3,98	100	100	100
RS	95,91	95,91	25,3	7,68	100	100	100

**Tabela 2 - Valores médios de metais pesados nos diferentes corretivos de acidez**

Corretivo de acidez	As	Cd	Cr	Ni	Pb	Se
	mg/g.....					
RP	0,002	0,0002	0,001	0,002	<LD	<LD
CC	0,002	0,0002	0,009	0,003	<LD	<LD
RS	<LD	0,0001	0,023	0,009	<LD	<LD
Conc. Máx. U.S.EPA 40	0,075	0,085	---	0,420	0,085	0,100

< LD= Abaixo do limite de detecção do aparelho.

**Tabela 3 - Valores médios e desvios padrão dos teores totais nos diferentes corretivos de acidez**

Corretivo de acidez	Al	Ca	Mg
	mg/g.....		
RP	0,882 ± 0,050	259,459 ± 4,526	171,129 ± 4,187
CC	5,624 ± 1,222	274,192 ± 2,693	115,178 ± 0,501
RS	1,271 ± 0,472	262,678 ± 6,113	167,177 ± 3,274
Corretivo de acidez	Na	Zn	Fe
	mg/g.....		
RP	0,116 ± 0,013	0,009 ± 0,001	0,590 ± 0,002
CC	1,284 ± 0,001	0,012 ± 4 x 10 <sup>-4</sup>	2,004 ± 0,006
RS	0,119 ± 0,013	0,007 ± 10 <sup>-4</sup>	0,941 ± 0,227
Corretivo de acidez	Cu	Mn	B
	mg/g.....		
RP	0,015 ± 5 x 10 <sup>-4</sup>	0,012 ± 4 x 10 <sup>-4</sup>	0,003 ± 0,010
CC	0,008 ± 3 x 10 <sup>-4</sup>	0,008 ± 0,001	0,005 ± 0,015
RS	0,007 ± 10 <sup>-4</sup>	0,018 ± 10 <sup>-4</sup>	0,003 ± 0,010
Corretivo de acidez	K	P	Si
	mg/g.....		
RP	2,663 ± 0,256	< LD	13,153 ± 0,243
CC	3,543 ± 0,487	1,746 ± 0,020	57,187 ± 1,361
RS	1,785 ± 0,050	< LD	18,067 ± 0,328

< LD= Abaixo do limite de detecção do aparelho.

**Tabela 4 - Área superficial específica dos diferentes corretivos de acidez.**

Corretivo de acidez	Área superficial específica
	.... m <sup>2</sup> /g ....
RP	2,6880
CC	1,6830
RS	1,5330