

## 15072 - Rochas com potencial de uso para rochagem na região do Alto Paranaíba (MG) e entorno

*Rocks with potential use in agriculture (stonemeal) in the Alto Paranaíba (MG) region and around*

BORGES, Pedro Henrique de Castro<sup>1</sup>; CASTELARI, Lucas Henrique Lima<sup>1</sup>; SAMPAIO, Caio Cesar Vieira<sup>1</sup>; TAVARES, Laene de Fátima<sup>1</sup>; BARBOSA, Waner Gleider<sup>1</sup>; PEDRON, Leonardo Guerra<sup>1</sup>; CARVALHO, André Mundstock Xavier<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Viçosa *campus* Rio Paranaíba, [pedro.h.borges@ufv.br](mailto:pedro.h.borges@ufv.br); [lucascastelari@yahoo.com.br](mailto:lucascastelari@yahoo.com.br), [cseininha@gmail.com](mailto:cseininha@gmail.com), [laenestavares@hotmail.com](mailto:laenestavares@hotmail.com), [leonardo.pedron2@gmail.com](mailto:leonardo.pedron2@gmail.com), [wgb.agroufv@gmail.com](mailto:wgb.agroufv@gmail.com). <sup>2</sup> Universidade Federal de Viçosa *campus* Rio Paranaíba, [andre.carvalho@ufv.br](mailto:andre.carvalho@ufv.br).

**Resumo:** A dependência da agricultura convencional por fertilizantes de alta solubilidade, dependentes de recursos minerais escassos, tem motivado pesquisas com recursos minerais localmente disponíveis. A rochagem tem sido empregada como alternativa para minimizar as perdas de nutrientes e reduzir os custos de produção. Essa prática também pode reduzir a importação de fertilizantes, visto que o Brasil importa 70% dos adubos utilizados. O objetivo deste trabalho foi fazer um levantamento de rochas com potencial de uso para rochagem na região do Alto Paranaíba (MG) e entorno. Para tal, amostras de rochas foram coletadas em diversos municípios da região e submetidos à análise litoquímica em ICP-OES. As análises revelaram teores expressivos de elementos nutrientes e potencialmente benéficos para plantas na maioria das rochas avaliadas. Os tufitos apresentaram as maiores quantidades de macro e micronutrientes essenciais. Os verdetes apresentaram os maiores teores de K<sub>2</sub>O.

**Palavras-chave:** fertilizantes alternativos; pós de rocha.

**Abstract:** *The dependence of conventional agriculture for high solubility fertilizers, dependent on scarce mineral resources, has motivated research on mineral resources locally available. The stonemeal has been employed as an alternative to minimize the loss of nutrients and reduce production costs. This practice can also reduce the import of fertilizers, as Brazil imports 70% of fertilizer used. The aim of this study was to survey the rocks with potential for agricultural use in Alto Paranaíba (MG) region and. For this, samples were collected in several municipalities in the region and analyzed in ICP-OES. The analyzes revealed significant levels of nutrient and potentially beneficial elements to plants in most rocks evaluated. The tufitos had higher amounts of macro and micronutrients. The glauconite showed higher content of K<sub>2</sub>O.*

**Keywords:** alternative fertilizers; rock powder.

### Introdução

A agricultura convencional depende cada vez mais de insumos agrícolas para manter e aumentar a produtividade das culturas. Tal fato faz do Brasil um dos maiores importadores mundiais de fertilizantes e isto onera economicamente sua produção agrícola. Além disso, os fertilizantes de alta solubilidade podem desencadear problemas ambientais direta ou indiretamente ligados aos seguintes fatores: i. eutrofização de águas superficiais e subsuperficiais; ii. baixa eficiência de recuperação de nutrientes; iii. necessidade de considerável montante de energia não renovável no seu processamento e transporte a longas distâncias e; iv. dependência da utilização de recursos minerais não renováveis, escassos e mal distribuídos entre os países (TILMAN et al., 2001). Nesse contexto, a utilização *in*

*natura* de fontes alternativas de nutrientes, como os pós de rochas silicatadas, poderá efetivamente contribuir para o aumento da sustentabilidade da produção agrícola brasileira.

A rochagem é uma prática muito antiga, mas a recente revalorização dela no Brasil está ligada a três motivações principais: i) busca por alternativas às fontes de nutrientes importadas (especialmente K), pois o país é um dos maiores importadores mundiais de fertilizantes; ii) necessidade de aproveitamento de grandes quantidades de rejeitos de pedreiras e mineradoras e; iii) expansão das correntes de agricultura de bases agroecológicas, com restrições ao uso de fertilizantes solúveis e estímulos à utilização de recursos localmente disponíveis. A utilização direta de pós de rocha na agricultura apresenta vantagens potenciais, tais como: i) possibilidade de utilização de recursos localmente disponíveis e de aproveitamento de resíduos da indústria mineral; ii) menor gasto energético para obtenção e menor custo por unidade de nutriente; iii) disponibilidade de nutrientes mais lenta (controlada) e equilibrada (CARVALHO, 2012).

No entanto, não há consenso na literatura quanto à eficiência destas rochas em suprir nutrientes e promover o crescimento de plantas, principalmente devido à lenta solubilização dos minerais presentes (HARLEY & GILKES, 2000). Alguns autores obtiveram respostas positivas com a aplicação de pós de granitos ou basaltos no crescimento vegetal. No entanto, nenhum ou reduzido efeito no solo e no crescimento de plantas foram observados por BOLLAND & BAKER (2000), BONIAO et al. (2002) e ESCOSTEGUY & KLAMT (1998), sendo necessário, muitas vezes, doses de pó de rocha extremamente elevadas ou economicamente inviáveis (BOLLAND & BAKER, 2000).

Segundo CARVALHO (2012), a maioria das rochas silicatadas apresenta limitação enquanto única estratégia de manejo da fertilidade do solo a curto e médio prazo, como também apontado por ESCOSTEGUY & KLAMT (1998). Além dos desbalanços entre elementos inerentes à própria composição química das rochas, a velocidade de liberação diferenciada dos nutrientes em função da diversidade mineralógica e granulométrica e as modificações destas velocidades pelo manejo do solo aumentam a complexidade na predição da disponibilização dos elementos pelas rochas, o que pode favorecer a liberação de alguns elementos em detrimento de outros (CARVALHO, 2012).

No entanto, segundo HINSINGER et al. (2001), os resultados desfavoráveis à utilização de rochas silicatadas estão comumente associados a experimentos de curta duração, solos ou substratos estéreis ou com baixa atividade microbiana, clima temperado ou muito frio, quantidade muito pequena de material ou com granulometria muito grosseira. A maior parte das rochas que compõem a grande geodiversidade brasileira ainda não dispõem de estudos mais aprofundados e sob um enfoque agroecológico quanto ao potencial de utilização na agricultura. Os primeiros passos envolvem, na maioria das vezes, a triagem de materiais de disponibilidade local e de fácil obtenção em superfície, materiais de fácil moagem ou de materiais que representem subprodutos da indústria mineral local.

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo a realização de um levantamento de rochas da região do Alto Paranaíba (MG) e entorno, com potencial de utilização na agricultura.

## Metodologia

Amostras de rochas foram coletadas em nove municípios da região do Alto Paranaíba em entorno (Tabela 1). As amostras foram coletadas com auxílio de martelo pedológico em pontos que foram georreferenciados (Datum WGS-84) para auxílio na identificação do material a partir de mapas geológicos.

Tabela 1. Identificação, localização e litologia das amostras de rochas coletadas

Amostras	Município	Localização	Litologia
Basalto (B1)	Uberlândia, MG	S18°49'34" O48°17'37"	Formação Serra Geral
Basalto (B2)	Uberaba, MG	S19°42'03" O47°55'15"	Formação Serra Geral
Basalto (B3)	Ituiutaba, MG	S19°00'46" O49°33'16"	Formação Serra Geral
Tufos vulcânicos	Arapuá, MG	S19°03'28" O46°06'14"	Formação Mata da Corda
Tufito - dique	Presidente Olegário, MG	S18°26'13" O46°25'32"	Formação Mata da Corda
Tufito – “borda”	Presidente Olegário, MG	S18°26'14" O46°25'32"	Formação Mata da Corda
Verdete (V1)	São Gotardo, MG	S19°21'20" O45°54'27"	Formação Paraopeba
Verdete (V2)	São Gotardo, MG	S19°21'22" O45°56'30"	Formação Paraopeba
Verdete (V3)	Matutina, MG	S19°09'26" O45°45'56"	Formação Paraopeba
Verdete (V4)	Cedro do Abaeté, MG	S19°09'24" O45°41'51"	Formação Paraopeba
Gnaisse	Nova Serrana, MG	S19°54'01" O44°55'56"	Complexo Divinópolis

As amostras (aproximadamente 5 kg) foram acondicionadas em sacos plásticos, moídas em betoneira comum e tamisadas em peneiras sucessivas até a obtenção de materiais passantes na peneira de malha de 0,105 mm de abertura. Os materiais foram, em seguida, encaminhados ao laboratório de análises químicas, sendo digeridos em solução triácida (HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e HF). Os elementos Fe, Al, Ca, Mg, K, Na, P, Mn, Cu, Zn, Mo, Li, Se, Co, V, Ni, La, Hg, Cd, Pb, Be, Ag, Cr, As, Ba e Sr foram quantificados em ICP-OES (EPA-3052, 1996). Os resultados (litoquímica total) foram expressos, para os elementos principais, em % dos óxidos correspondentes e os teores de SiO<sub>2</sub> obtidos por diferença para o fechamento (100%), considerando uma perda média por ignição de 1,5%.

## Resultados e discussões

As rochas apresentaram teores expressivos de nutrientes essenciais e benéficos para as plantas (Tabela 2). Nos tufitos pôde-se observar até 0,9% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 9,7% de CaO e 15,6% de MgO. Teores mais elevados de potássio ocorreram em verdetes, chegando até 8,4% de K<sub>2</sub>O. Estes teores restringem-se às amostras de superfície coletadas, uma vez que, segundo EICHLER (1983), os teores de K<sub>2</sub>O nesta rocha podem chegar até 12 %.

Os teores dos micronutrientes avaliados (Mn, Fe, Cu, Zn, Co, Mo e Ni) foram maiores nas amostras de tufitos, com valores de 1,59% de MnO, 20,26% de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 377 mg kg<sup>-1</sup> de Cu, 288 mg kg<sup>-1</sup> de Zn, 1271 mg kg<sup>-1</sup> de Co e 616 mg kg<sup>-1</sup> de Ni. As quantidades de Mo foram muito baixas em todas amostras, sendo inferiores ao limite de quantificação do método. Alguns elementos potencialmente benéficos às plantas ou aos animais, como Li, Se, Co, V e La, foram encontrados em teores superiores à maioria dos resíduos orgânicos (TREVISAM et al., 2005). Tal fato aponta um potencial da rochagem na reposição de elementos que são, frequentemente, negligenciados na perspectiva dos fertilizantes de alta solubilidade.

Tabela 2. Teores de totais de macro e microelementos em rochas do Alto Paranaíba (MG) e entorno.

Elementos principais	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO
	% (dag kg <sup>-1</sup> )								
Basalto (B1)	49,60	13,49	15,77	7,81	5,26	1,42	2,51	0,37	0,19
Basalto (B2)	52,30	12,30	14,80	7,68	5,22	1,10	2,44	0,34	0,17
Basalto (B3)	55,80	12,28	12,04	7,58	3,80	1,33	2,60	0,34	0,18
Tufos vulcânicos	54,40	7,09	20,26	1,29	4,79	6,47	0,08	0,41	1,59
Tufito - dique	45,80	5,29	19,69	7,04	12,32	3,25	0,16	0,94	0,22
Tufito - "borda"	46,90	5,14	15,68	9,75	15,62	1,39	0,43	0,27	0,18
Verdete (V1)	63,90	15,76	6,78	0,07	2,57	8,43	0,11	0,07	0,05
Verdete (V2)	70,90	13,36	5,28	0,03	2,01	6,01	0,08	0,05	0,03
Verdete (V3)	69,10	13,30	6,02	0,10	2,54	6,32	0,27	0,05	0,08
Verdete (V4)	67,20	13,47	6,10	0,18	2,72	7,75	0,15	0,09	0,08
Gnaisse	76,60	10,01	1,64	1,27	0,20	5,00	3,42	0,07	0,01
Elementos benéficos <sup>*1</sup>	Cu	Zn	Mo	Li	Se	Co	V	Ni	La
	mg kg <sup>-1</sup>								
Basalto (B1)	200	102	<3	11	<20	37	370	55	26
Basalto (B2)	191	99	<3	19	<20	36	386	56	25
Basalto (B3)	38	92	<3	6	<20	33	372	10	25
Tufos vulcânicos	377	288	<3	20	<20	1271	96	616	212
Tufito - dique	153	87	<3	45	<20	49	210	77	245
Tufito - "borda"	109	90	<3	14	<20	65	174	355	203
Verdete (V1)	31	151	<3	44	<20	18	881	47	34
Verdete (V2)	32	86	<3	30	<20	13	210	36	65
Verdete (V3)	46	112	<3	41	<20	18	362	44	72
Verdete (V4)	45	132	<3	58	<20	14	461	38	28
Gnaisse	3	43	<3	12	<20	<8	11	<3	40
Elementos tóxicos <sup>*2</sup>	Hg	Cd	Pb	Be	Ag	Cr	As	Ba	Sr
	mg kg <sup>-1</sup>								
Basalto (B1)	0	<3	<8	3	<3	37	<10	399	454
Basalto (B2)	0	<3	<8	3	<3	39	<10	485	536
Basalto (B3)	0	<3	<8	7	<3	4	<10	377	651
Tufos vulcânicos	0	<3	9	9	<3	70	<10	3341	1133
Tufito - dique	0	<3	<8	12	<3	16	<10	2815	1052
Tufito - "borda"	0	<3	11	6	<3	365	<10	3841	1734
Verdete (V1)	0	<3	16	4	<3	57	23	405	21
Verdete (V2)	0	<3	9	<3	<3	38	<10	469	37
Verdete (V3)	0	<3	12	3	<3	45	18	492	48
Verdete (V4)	0	<3	10	3	<3	54	17	383	26
Gnaisse	0	<3	25	<3	<3	8	<10	594	98

\*1: elementos nutrientes às plantas ou benéficos à outros organismos. \*2: elementos tóxicos ou potencialmente tóxicos.

O selênio (Se), por exemplo, é um microelemento essencial na dieta de animais e atua como antioxidante do organismo (ROVER Jr. et al., 2001). A maioria destes elementos, no entanto, apresentam faixas adequadas de ingestão desconhecidas e,

provavelmente, muito próximas de faixas potencialmente danosas à saúde humana (KABATA-PENDIAS & MUKHERJEE, 2007).

### **Conclusões**

A litoquímica das rochas amostradas indica um grande potencial para uso de rochas localmente disponíveis na região do Alto Paranaíba (MG), especialmente os tufitos, tufos vulcânicos, verdetes e basaltos. Os benefícios e os riscos potenciais associados aos elementos traços benéficos e aos elementos traços tóxicos ainda precisam ser melhor avaliados.

### **Referências bibliográficas**

- BOLLAND, M.D.A.; BAKER, M.J. Powdered granite is not an effective fertilizer for clover and wheat in sandy soils from Western Australia. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 56: 59–68, 2000.
- BONIAO, R.D.; SHAMSHUDDIN, J.; RANST, E.V.; ZAUYAH, S.; OMAR, S.R.S. Changes in chemical properties and growth of corn in volcanic soils treated with peat, ground basalt pyroclastics, and calcium silicate. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 33: 1219-1233, 2002.
- CARVALHO, A.M.X. Rochagem e suas interações no ambiente solo: contribuições para aplicação em agroecossistemas sob manejo agroecológico. 2012. 116p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.
- EICHLER, V. Disponibilidade do potássio do verdete de Abaeté calcinado com e sem calcário magnesiano, para a cultura do milho em solos de textura média e argilosa. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo, UFLA). 1983. 147p.
- EPA 3052. Microwave assisted acid digestion of siliceous and organically based matrices. Washington, USA: Revision, December, 1996. CD-Rom. Windows 95/XP.
- ESCOSTEGUY, P.A.V.; KLAMT, E. Basalto moído como fonte de nutrientes. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 22: 11-20, 1998.
- HARLEY, A.D.; GILKES, R.J. Factors influencing the release of plant nutrient elements from silicate rock powders: a geochemical overview. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 56: 11–36, 2000.
- HINSINGER, P.; BARROS, O.N.F.; BENEDETTI, M.F.; NOACK, Y.; CALLOT, G. Plant-induced weathering of a basaltic rock: experimental evidence. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 65: 137–152, 2001.
- KABATA-PENDIAS, A.; MUKHERJEE, A.B. Trace elements from soil to human. New York: Springer-Verlag, 2007. 562p.
- ROVER Jr., L. et al. Sistema antioxidante envolvendo o ciclo metabólico da glutathiona associado a métodos eletroanalíticos na avaliação do estresse oxidativo. *Química Nova*, v.24, p.112-119, 2001.
- TILMAN, D.; et al. Forecasting agriculturally driven global environmental change. *Science*, 292: 281-284, 2001.
- TREVISAM, A.R.; ABREU JR, C.H; ARMELIN, M.J.; MURAOKA, T.; VILLANUEVA, F.C.A. Contaminantes inorgânicos em resíduos orgânicos. In. International Nuclear Atlantic Conference. Santos: ABEN, 2005. 15-21pp.