

EFEITO DA APLICAÇÃO DE BASALTO TRITURADO NAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE AMOSTRAS DE SOLO DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL¹

MAYKOM FERREIRA INOCÊNCIO^{2*}, JOSÉ OSCAR NOVELINO³, LEANDRO RAMÃO PAIM³, ROBSON SANTOS GUTIERREZ³

RESUMO - O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito nas características químicas do solo com a aplicação de doses de basalto triturado em amostras de solos do Estado de Mato Grosso do Sul. O experimento foi instalado no delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos, representados pelas doses de basalto triturado (0,00; 12,50; 25,00; 37,50; 50,00 e 62,50 g dm⁻³) e três repetições. Amostras de 200 cm³ de cada solo, acondicionadas em potes de polietileno foram incubadas em laboratório durante 90 dias com basalto triturado. Ao final do período de incubação as amostras foram secas ao ar, destorroadas, passadas através de peneira com malhas de 2 mm de abertura, homogeneizadas e submetidas às análises químicas de pH, alumínio, cálcio, magnésio, potássio e acidez potencial. Os valores de saturação por base (V%) foram calculados pelo produto da soma de bases por 100 dividido pela capacidade de troca catiônica a pH 7,0 (T). Conclui-se que o pH mostra-se com maior alteração quanto menor for o poder de tamponamento do solo. Com a aplicação de basalto triturado houve incrementos pouco expressivos nos teores de potássio trocável. Os maiores incrementos de cálcio e magnésio trocáveis foram nos solos mais pobres nesses nutrientes.

Palavras-chave: Pó-de-basalto. Fertilidade do solo. Solos sob Cerrado.

EFFECT CRUSHED BASALT IN CHEMICAL CHARACTERISTICS SOIL SAMPLES FROM THE MATO GROSSO DO SUL STATE

ABSTRACT - The objective was to evaluate the effect the soil chemical characteristics with the application crushed basalt doses soil samples in the Mato Grosso do Sul State. The experiment was installed in a completely randomized design with six treatments, represented by basalt ground doses (0.00, 12.50, 25.00, 37.50, 50.00 and 62.50 g dm⁻³) and three replications. Samples of 200 cm³ soil each, packed in polyethylene pots were incubated in the laboratory for 90 days with crushed basalt. At the end of the incubation the samples were dried in the air, passed through a sieve with mesh 2 mm opening, homogenized and subjected to chemical analysis of pH, aluminum, calcium, magnesium, potassium end potenciacy acidity. The values base saturation (V%) were calculated by the product of the bases sum per 100 divided by the cation exchange capacity at pH 7.0 (T). Concluded that the pH is shown with the greatest change the lower the power of packing the soil. With the application crushed basalt was very significant increases in the potassium levels. The biggest increases calcium and magnesium in the soils were poor in these nutrients.

Keywords: Basalt triturated. Soil fertility. Cerrado soils.

* Autor para correspondência.

¹Recebido para publicação em 04/10/2008; aceito em 11/09/2009.

²Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras, 37200-000, Lavras-MG; maykomagronomia@yahoo.com.br

³Universidade Federal da Grande Dourados, Área de Fertilidade do Solo, Campus II, 79800-000, Dourados-MS

INTRODUÇÃO

A fertilidade natural dos solos brasileiros, em geral é muito baixa, especialmente aqueles das regiões dos Cerrados. Dentre outros fatores limitantes da fertilidade do solo a elevada acidez é um deles, originária da ação milenar dos processos e fatores de formação dos mesmos, onde as intensas taxas de remoção de sílica (SiO_2) e bases trocáveis (Ca, Mg e K), associadas às altas concentrações residuais de óxidos de ferro, alumínio e manganês.

Em Mato Grosso do Sul a frequência de solos de baixa fertilidade é expressiva, onde se constatou que aproximadamente a metade de sua área é coberta por solos de três classes, sendo 23,4% de Latossolo Vermelho Distrófico, 16,5% de Neossolo Quartzarênico e 10,8% de Latossolo Vermelho Distroférico (MATO GROSSO DO SUL, 1990). Para que estes solos sejam utilizados na produção agropecuária é necessário que se faça a reconstrução de sua fertilidade, caracterizada por um conjunto de procedimentos os quais têm sido cada vez mais onerosos, devido aos custos de corretivos e especialmente, dos fertilizantes.

Segundo Khatounain (2001), a utilização de rochas naturais moídas na fertilização dos solos é uma das técnicas mais antigas utilizadas na agricultura. Em comparação com os fertilizantes químicos atuais que são altamente solúveis e concentrados (praticamente nitrogênio, fósforo e potássio), as rochas moídas liberam de forma gradativa uma variedade de nutrientes, sendo o teor deles determinado pela formação da rocha (STRAATEN, 2006).

O uso de rochas trituradas, visando à melhoria da fertilidade do solo, tem sido objetivo de diversos estudos (NOVELINO et al., 1995; ESCOSTEGUY; KLANT, 1998). Quando se trata de resíduos da produção de britas (pó-de-brita) as opções para uso em atividades agropecuárias tornam-se ainda maiores. Estes materiais apresentam potencialidades no fornecimento de alguns nutrientes tais como cálcio, magnésio, fósforo e alguns micronutrientes (com destaque para o ferro, manganês e cobre). Esses teores consideráveis de nutrientes são devido a sua origem, onde são materiais provenientes de rochas máficas, também conhecidas como ferro-magnesianas, classificadas como básicas, pelo fato de apresentarem concentrações menores de sílica total. Diagrama apresentado em Press et al. (2006) revela que as rochas máficas, como o basalto, são geralmente mais ricas em cálcio, magnésio e ferro e pobres em potássio, sódio e sílica.

Dentre as rochas ígneas de natureza ferromagnesianas, o basalto é a mais abundante (MADUREIRA FILHO et al., 2003) ocorrendo com muita frequência em diversos estados brasileiros da região Sul, Sudeste e Centro-Oeste. O basalto encontrado com maior frequência no Estado de Mato Grosso do Sul é aquele de cor acinzentada, cujos minerais

essenciais que o compõe são os silicatos do grupo dos plagioclásios calco-sódicos (de cor branca) e piroxênios básicos (GUERRA, 1993), onde a olivina (mineral silicatado rico em ferro e magnésio) é um mineral típico do basalto, o qual atua como fator determinante da cor cinza-esverdeada apresentada por variedades desta rocha.

O Brasil é um dos grandes consumidores de adubos minerais do mundo (MELAMED et al., 2007). A grande demanda energética para obtenção de fertilizantes sintéticos acarreta no aumento do preço dos produtos, inviabilizando a produção em pequenas propriedades agrícolas. A rochagem pode ser uma alternativa barata para substituição parcial dos adubos químicos, onde já se têm a calagem e os fosfatos naturais como práticas consagradas.

Em estudo realizado em laboratório sobre pó-de-basalto, como subproduto da produção de britas, oriundo de pedreira do município de Dourados-MS, Novelino et al. (1995) constataram que aplicação do referido material com granulometria menor que 0,297 mm e nas doses correspondentes de 0, 20, 40, 60 e 80 t ha⁻¹ promoveu, embora de modo pouco expressivo, a redução nos teores de alumínio trocável e aumentos nos teores trocáveis de cálcio e magnésio, bem como na elevação da saturação por bases de dois Latossolos Vermelhos, sendo um distrófico, de textura média e outro distroférico, de textura argilosa.

Em experimento desenvolvido em casa-de-vegetação na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, com o objetivo de avaliar a disponibilidade de nutrientes no solo, em função da aplicação de 0; 5; 10; 25; 50 e 100 t ha⁻¹ de basalto moído a um Latossolo Vermelho-Amarelo e um Latossolo Vermelho, incubados durante 30, 150 e 300 dias, Escosteguy e Klant (1998) constataram que, em geral, que as doses testadas proporcionaram pequenos acréscimos nos valores de potássio, cálcio, magnésio e pH. Os autores concluíram que a pequena liberação dos nutrientes das rochas indica que tais materiais não podem ser utilizados como a principal fonte de nutrientes às plantas.

Novelino et al. (2008) estudando a aplicação de mármore triturado nos atributos da acidez de amostras de solos de Mato Grosso do Sul, observaram que houve incrementos no pH, cálcio, magnésio e na saturação por bases, ou seja, o pó-de-mármore pode ser utilizado como corretivo da acidez do solo, por possuir calcita (carbonato de cálcio) e dolomita (carbonatos de cálcio e magnésio). Resultados semelhantes encontrados por Pinheiro et al. (2008) e Dias et al. (2007) com aplicação de pó-de-rocha em amostras de solo.

Em trabalho realizado por Silverol e Machado Filho (2007) estudando a utilização de pó-de-granito e manto de alteração de piroxenito para a fertilização de solos observaram que os tratamentos que tinham quantidades significativas de pó-de-rocha, as plantas de milho desenvolveram adequada-

mente em comparação com a testemunha. Embora esse resultado seja inferior ao tratamento químico, altamente solúvel, evidencia a importância a longo prazo na melhoria da fertilidade de solos que apresentam sinais de degradação, especialmente das pastagens do Centro-Oeste brasileiro. Os autores acrescentam que devida à maior diversidade mineralógica e química do piroxenito houve melhor desenvolvimento das plantas em comparação ao pó-de-granito.

O objetivo do estudo foi avaliar os efeitos da aplicação de basalto triturado sobre os valores de alguns atributos químicos do solo, como o pH, alumínio, cálcio, magnésio, potássio, acidez potencial e saturação por bases.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de solos utilizadas neste estudo foram de um Latossolo Vermelho Distroférico (LVDf), um Latossolo Vermelho Distrófico (LVDm) de textura média e de um Neossolo Quartzarênico Distrófico (NQD), coletadas na profundidade de 0-20cm, secas ao ar, destorroadas, passadas através de peneira com malhas de 2 mm de abertura, cujos resultados das análises químicas e físicas de caracterização são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas e físicas das amostras de solos do Estado de Mato Grosso do Sul (LVDf: Latossolo Vermelho Distroférico, LVDm: Latossolo Vermelho Distrófico e NQD: Neossolo Quartzarênico).

Características do Solo	Classes de solo		
	LVDf	LVDm	NQD
Características químicas			
pH em água (1:2,5) ⁽¹⁾	4,60	4,30	5,00
pH em CaCl ₂ 0,01 mol ⁻¹ ⁽²⁾	4,20	4,00	4,20
Al ³⁺ (cmol dm ⁻³) ⁽¹⁾	1,38	1,09	0,05
Ca ²⁺ (cmol dm ⁻³) ⁽¹⁾	1,01	0,13	0,60
Mg ²⁺ (cmol dm ⁻³) ⁽¹⁾	0,62	0,01	0,01
K ⁺ (cmol dm ⁻³) ⁽¹⁾	0,07	0,05	0,08
H ⁺ + Al ³⁺ (cmol dm ⁻³) ⁽²⁾	9,79	6,00	2,90
Soma de Bases – SB (cmol dm ⁻³) ⁽¹⁾	1,70	0,19	0,69
CTC efetiva – t (cmol dm ⁻³) ⁽¹⁾	3,08	1,28	0,74
CTC a pH 7,0 – T (cmol dm ⁻³) ⁽¹⁾	11,49	6,19	3,59
Saturação por Bases – V (%)	15	3	19
Matéria orgânica (g kg ⁻¹) ⁽³⁾	33,00	17,00	6,00
P - Mehlich-1 (mg dm ⁻³) ⁽¹⁾	1,30	2,40	2,10
Características físicas			
Densidade do solo (kg dm ⁻³) ⁽³⁾	1,20	1,32	1,46
Densidade de partículas (kg dm ⁻³) ⁽³⁾	2,90	2,61	2,65
Volume total de poros (dm ³ dm ⁻³) ⁽³⁾	0,59	0,49	0,45
Argila (g kg ⁻¹) ⁽³⁾	720,00	250,00	130,00
Silte (g kg ⁻¹) ⁽³⁾	93,00	45,00	30,00
Argila (g kg ⁻¹) ⁽³⁾	187,00	705,00	840,00

⁽¹⁾ EMBRAPA (1997). ⁽²⁾ Raij e Quaggio (1983). ⁽³⁾ Tedesco et al. (1985)

A amostra composta de basalto triturado foi preparada a partir de fragmentos pouco intemperizados da rocha, coletados ao acaso na jazida da Pedreira Itaporã, em Itaporã-MS, no dia seguinte à explosão, para a retirada de matéria-prima para a produção de britas. Após a trituração manual do material ro-

choso com o uso de martelo de aço, três repetições da referida amostra foram colocadas sobre peneiras de diferentes tamanhos de abertura de malhas e submetidas a vibrações durante cinco minutos em agitador mecânico, cujos percentuais das frações granulométricas estão na Tabela 2.

Tabela 2. Análise granulométrica do basalto finamente triturado por peneiramento a seco.

Tamanho de partículas	Porcentagem
< 100 > 120 ABNT (< 0,149 > 0,125 mm)	11,5
< 120 > 140 ABNT (< 0,125 > 0,105 mm)	9,5
< 140 > 200 ABNT (< 0,105 > 0,074 mm)	20,3
< 200 ABNT (< 0,074 mm)	58,7

O experimento foi instalado no delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos, representados pelas doses de basalto triturado (0,00; 12,50; 25,00; 37,50; 50,00 e 62,50 g dm⁻³) e três repetições. As amostras de 200 cm³ de cada solo receberam as doses de basalto triturado e foram homogeneizadas, acondicionadas em potes de polietileno e incubadas em laboratório durante 90 dias com o teor de água suficiente para ocupar 60% do volume total de poros de cada solo. A reposição semanal de água perdida por evaporação foi controlada por pesagens de cada recipiente contendo o solo. Ao final do período de incubação as amostras foram secas ao ar, destorroadas, passadas através de peneira com malhas de 2 mm de abertura, homogeneizadas e submetidas às análises químicas.

Os procedimentos para as análises de alumínio (obtidos por titulação com a solução de NaOH 0,025 mol L⁻¹), cálcio e magnésio extraídos pela solução de cloreto de potássio 1 mol L⁻¹ (analisado por complexometria pela solução de NaEDTA 0,01 mol L⁻¹), de potássio extraído pela solução Mehlich1 (analisado por fotometria de chama) e pH em água foram aqueles contidos em EMBRAPA (1997). Para a obtenção dos valores de pH em cloreto de cálcio a 0,01 mol L⁻¹ e da acidez potencial (H + Al) foram adotados os procedimentos descritos em Raij e Quaggio (1983). Os valores de saturação por base (V%) foram calculados pelo produto da soma de bases por 100 dividido pela capacidade de troca catiônica a pH 7,0 (T).

As análises de variância e de regressões foram realizadas individualmente por solo, usando o aplicativo computacional SAEG, segundo Ribeiro Júnior (2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os componentes da acidez das amostras de solos estudados foram significativamente influenciados pela aplicação de basalto triturado. As

equações de regressão ajustadas para os diversos atributos da fertilidade relacionados com a acidez do solo (\hat{y}) como variáveis dependentes de doses de basalto triturado (x) são apresentadas na Tabela 3.

O índice pH do solo, tanto em água quanto em solução de cloreto de cálcio 0,01 mol L⁻¹, foram diretamente influenciados pela aplicação do basalto triturado. Fazendo uma interpretação para o pH sobre os modelos ajustados, tendo como referência a dose 0 (sem aplicação de basalto) e a dose máxima avaliada de 62,50 g dm⁻³, percebe-se que os incrementos deste índice foram de 4,86 a 4,93 para o LVDf, 4,31 a 4,67 para o LVDm e 4,86 a 5,32 para o NQD. Com base nos critérios de interpretação dos resultados da análise química do solo para culturas anuais, apresentado em Sousa e Lobato (2004), para a região dos Cerrados, constata-se mudança efetiva no pH apenas para o NQD, que passou da classe baixa ($\leq 5,1$) para a classe média (5,2 a 5,5). Estes resultados diferentes entre as classes dos solos são justificados pelo poder tampão diferenciado das mesmas, influenciado pelo efeito conjunto dos teores de argila e de matéria orgânica do solo. Visualizando os valores de composição granulométrica (Tabela 1) observou-se que o material de solo menos influenciado pela aplicação do basalto foi o mais tamponado LVDf (com 720 g kg⁻¹ de argila e 33 g kg⁻¹ de matéria orgânica), enquanto o mais influenciado foi o menos argiloso, o NQD (com 130 g kg⁻¹ de argila e 6 g kg⁻¹ de matéria orgânica).

O alumínio trocável que representa a acidez de troca variou inversamente com o aumento das doses de basalto triturado para as amostras de todas as classes de solo estudadas. Tendo como referência a dose de 62,50 g dm⁻³ de basalto triturado, discutida para o índice pH, nota-se que o maior efeito foi constatado para o solo menos tamponado, o NQD (decréscimo de 0,54 para 0,24 cmol_c dm⁻³), enquanto para as demais classes tais decréscimos foram de 1,20 para 0,79 (no LVDm) e de 0,96 para 0,65 (no LVDf). De acordo com a classificação genérica para os teores de alumínio trocável apresentada em Tomé Júnior (1997) nota-se o NQD foi o único que passou

a apresentar o teor baixo ($\leq 0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), enquanto para os demais solos os teores diminuíram dentro da classe, ou seja, a classe média, cujos limites são de 0,5 a $1,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

Tabela 3. Equações para atributos da fertilidade de amostras de três classes de solos como variáveis dependentes (\hat{y}) de doses de basalto triturado (x).

Atributos da fertilidade do solo	Equações de regressão	R^2	
Latossolo Vermelho Distroférrico (LVDf)			
pH em água (1:2,5)	$\hat{y} = 4,85841 + 0,00108x$	0,91	**
pH em CaCl_2 $0,01 \text{ mol}^{-1}$	$\hat{y} = 4,25175 + 0,00199x$	0,95	**
Al^{3+} (cmol dm^{-3})	$\hat{y} = 0,96498 - 0,00497x$	0,98	**
$\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ (cmol dm^{-3})	$\hat{y} = 7,60023 - 0,00834x$	0,92	**
Ca^{2+} (cmol dm^{-3})	$\hat{y} = 0,92408 + 0,00533x$	0,92	**
Mg^{2+} (cmol dm^{-3})	$\hat{y} = 0,80494 + 0,00333x$	0,88	**
K^+ (cmol dm^{-3})	$\hat{y} = 0,12329 + 0,00025x$	0,61	*
Saturação por Bases – V (%)	$\hat{y} = 19,61430 + 0,09223x$	0,99	**
Latossolo Vermelho Distrófico (LVDm)			
pH em água (1:2,5)	$\hat{y} = 4,31143 + 0,00581x$	0,99	**
pH em CaCl_2 $0,01 \text{ mol}^{-1}$	$\hat{y} = 3,91254 + 0,00415x$	0,99	**
Al^{3+} (cmol dm^{-3})	$\hat{y} = 1,20482 - 0,00655x$	0,97	**
$\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ (cmol dm^{-3})	$\hat{y} = 4,90166 - 0,00655x$	0,90	**
Ca^{2+} (cmol dm^{-3})	$\hat{y} = 0,15818 + 0,00333x$	0,90	**
Mg^{2+} (cmol dm^{-3})	$\hat{y} = 0,03409 + 0,00519x$	0,95	**
K^+ (cmol dm^{-3})	$\hat{y} = 0,06211 + 0,00055x$	0,91	**
Saturação por Bases – V (%)	$\hat{y} = 5,03362 + 0,16670x$	0,99	**
Neossolo Quartzarênico Distrófico			
pH em água (1:2,5)	$\hat{y} = 4,86203 + 0,00736x$	0,93	**
pH em CaCl_2 $0,01 \text{ mol}^{-1}$	$\hat{y} = 4,17079 + 0,00649x$	0,98	**
Al^{3+} (cmol dm^{-3})	$\hat{y} = 0,54269 - 0,00489x$	0,95	**
$\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ (cmol dm^{-3})	$\hat{y} = 2,10603 - 0,00691x$	0,99	**
Ca^{2+} (cmol dm^{-3})	$\hat{y} = 0,37978 + 0,00336x$	0,99	*
Mg^{2+} (cmol dm^{-3})	$\hat{y} = 0,28107 + 0,00354x$	0,98	**
K^+ (cmol dm^{-3})	$\hat{y} = 0,13462 + 0,00019x$	0,90	*
Saturação por Bases – V (%)	$\hat{y} = 27,38940 + 0,24272x$	0,99	**

* e ** = significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste de t.

No que se refere aos teores de cálcio, magnésio e potássio trocáveis observa-se que o menos influenciado pela aplicação do basalto foi o potássio, cujos incrementos estimados para a dose de $62,50 \text{ g dm}^{-3}$, em relação à não adição do basalto foram de 0,12 a $0,14 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ no LVDf, 0,06 a $0,10 \text{ cmol}_c$

dm^{-3} no LVDm. Tais incrementos são considerados insignificantes quanto ao critério de interpretação da análise de solo de Cerrado para potássio extraído pelo extrator Mehlich 1 apresentados em Sousa e Lobato (2004) e que considera como teores baixos, para solo com CTC a pH 7,0 menor $4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, os

valores inferiores a $0,38 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de K e para solos com CTC a pH 7,0 maior que $4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ os valores menores que $0,64 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Estes resultados revelam a influência muito baixa do basalto na liberação de potássio para todos os solos deste estudo, como observado também por Escosteguy e Klant (1998), em trabalho sobre o uso de basalto moído, do Rio Grande do Sul, como fonte de nutrientes.

Para a dose de $62,5 \text{ g dm}^{-3}$ de basalto para os modelos ajustados (Tabela 3) para cálcio e magnésio trocáveis, pode-se notar que dentre as os maiores incrementos pela aplicação do basalto foram para o magnésio trocável (1100, 79 e 26%, respectivamente para os solos LVDm, NQD e LVDf) e para o cálcio (131, 55 e 37, respectivamente para o LVDm, NQD e LVDf). Estes resultados se justificam pelo fato de que os maiores índices de aumentos dos teores de cálcio e magnésio e os menores valores de pH foram registrados para o solo cujos teores destes nutrientes no solo são os mais baixos, enquanto os menores aumentos ocorreram para o LVDf (RAIJ, 1991) que apresenta os maiores teores originais (Tabela 1). Fica, portanto, evidente, a influência dos teores de cálcio e magnésio trocáveis que, em equilíbrio com os teores destes nutrientes e de hidrogênio na solução os quais exercem uma forte influência na solubilidade do basalto.

CONCLUSÕES

O pH do solo mostra-se tanto mais alterado quanto menos tamponado é o solo;

Incrementos muito pouco expressivos são observados nos teores de potássio trocável;

Os mais elevados incrementos nos teores de cálcio e magnésio trocáveis são registrados para o solo mais ácido e com os menores teores trocáveis originais deste nutriente.

REFERÊNCIAS

DIAS, F.O. et al. Pó de basalto apoteri nas propriedades químicas de um Latossolo Amarelo Distrófico. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO*, 31, 2007, Gramado-RS. **Anais...** Porto Alegre: SBCS, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise do solo**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.

ESCOSTEGUY, P.A.V.; KLANT, E. Basalto moído como fonte de nutrientes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, n.1, p.11-20, 1998.

GUERRA, A.T. **Dicionário geológico e geomorfo-**

lógico. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1993. 446p.

KHATOUNAIN, C.A. **A reconstrução ecológica na agricultura**. Botucatu: Agroecológica, 2001, 348 p.

MADUREIRA FILHO, J.B.; ATENCIO, D.; McREATH, I. Minerais e rochas: Constituintes da Terra sólida. *In: TEIXEIRA, W. et al. Decifrando a Terra*. São Paulo: Oficina de Textos, 2003. p.27-42.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral. **Atlas multirreferencial**. Campo Grande: Convênio Governo do Estado/Fundação IBGE, 1990. 29p.

MELAMED, R.; GASPAR, J.C.; MIERKELEY, N. **Pó-de-rocha como fertilizante alternativo para sistemas de produção sustentáveis em solos tropicais**. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral, 2007. Série de Estudos e documentos, 72, 24p.

NOVELINO, J.O. et al. Características químicas de dois latossolos de Dourados-MS, submetidos à aplicação de pó de basalto. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO*, 25., Viçosa-MG, 1995. **Anais...** Viçosa-MG, 1995.

NOVELINO, J.O. et al. Cálcio e magnésio trocáveis, pH e saturação em bases de amostras de solos submetidas à aplicação de mármore triturado. *In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS*, 28., 2008; *REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS*, 12., 2008; *SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO*, 10., 2008; *REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO*, 7., 2008, Londrina-PR, **Anais...** Londrina-PR: SBCS.

PINHEIRO, C.M. et al. Efeito do pó de rocha MB-4 nas características químicas de um Latossolo Vermelho Amarelo. *In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS*, 28., 2008; *REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS*, 12., 2008; *SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO*, 10., 2008; *REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO*, 7., 2008, Londrina-PR, **Anais...** Londrina-PR: SBCS.

PRESS, F. et al. **Para entender a Terra**. 4ª ed. Tradução de MENEGAT, R. et al. Porto Alegre: Bookman, 2006. 656p.

RAIJ, B. Van; QUAGGIO, J.A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 31p. (Boletim Técnico, 81).

RAIJ, B. Van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres/Potafos, 1991. 343p.

RIBEIRO JÚNIOR, F.I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 301p.

SILVEROL, A.C.; MACHADO FILHO, L. Utilização de pó de granito e manto de alteração de piroxenito para fertilização de solos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.1, p.703-707, 2007.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. (Ed). Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.

STRAATEN, P.V. Farming with rocks and minerals: challenges and opportunities. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.78, n.4, p.731-747, 2006.

TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J.; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1985. 190p.

THEODORO, S.H. **Conflitos e uso sustentável dos recursos naturais**. Rio de Janeiro: Garamond, 2002. 344p.

TOMÉ JÚNIOR, J.B. **Manual para interpretação de análise de solo**. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247p.