



XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

CARACTERIZAÇÃO DE ROCHAS MOÍDAS UTILIZADAS COMO FERTILIZANTES ALTERNATIVOS E SEUS EFEITOS NOS ATRIBUTOS DE ACIDEZ DO SOLO

Douglas Ramos Guelfi Silva ⁽¹⁾; **Giuliano Marchi** ⁽²⁾; Carlos Roberto Spehar ⁽³⁾; Danilo Araújo Soares ⁽⁴⁾; Fabrício William Ávila ⁽⁴⁾; **Andreane Bastos Pereira** ⁽⁵⁾; Paulo Renato Costa Rezende ⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Professor, Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras, MG; ⁽²⁾ Pesquisador da Embrapa Cerrados; ⁽³⁾ Professor, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Brasília; ⁽⁴⁾ Estudante de Pós Graduação, Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras; ⁽⁵⁾ Estudante de Agronomia, Bolsista de Iniciação Científica da FAPEMIG/CNPq, Universidade Federal de Lavras, e-mail: andreanebastosagro@gmail.com

Resumo – Algumas rochas moídas estão sendo utilizadas como fertilizantes alternativos, porém, algumas delas causam alterações nos parâmetros de acidez do solo. Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes rochas moídas em quatro dosagens baseadas no teor de potássio (K) sobre atributos químicos do solo relacionados à acidez. O experimento foi delineado inteiramente ao acaso, com quatro repetições, em esquema fatorial 4 x 6. Os tratamentos foram compostos pela aplicação de seis rochas moídas (brecha, ultramáfica, biotita xisto, sub produto de mineração, rejeito de chapada e flogopitito) aplicados com base na concentração de óxido de potássio (K_2O) que foram de 0, 200, 400 e 600 kg de K_2O ha^{-1} . Todas as rochas utilizadas foram trituradas em moinho de bolas para que as partículas fossem menores que 0,3 mm e caracterizadas. As unidades experimentais foram compostas por vasos plásticos com 3,7 dm^3 cheios de solo misturado às rochas moídas que permaneceram incubadas por um período de 100 dias. Durante a incubação, manteve-se a umidade próxima a 70% da capacidade de campo. Após esse período, foram coletadas amostras na camada de 0-15 cm para análise e cálculo dos seguintes atributos químicos do solo: pH (água); Ca e Mg extraídos com KCl 1 mol L^{-1} , sódio, saturação por alumínio (m) e a saturação por bases (V) do solo.

Palavras-Chave: correção do solo; poder relativo de neutralização total; rochagem.

INTRODUÇÃO

Na sua maior parte, os fertilizantes potássicos utilizados atualmente refletem a rápida e efetiva resposta ao aumento da produtividade na agricultura. Entretanto, nos países em desenvolvimento o custo dos fertilizantes, defensivos agrícolas e sementes são fatores limitantes ou impeditivos para a sua utilização.

Neste contexto, a rochagem pode contribuir para a redução no consumo de fertilizantes minerais que exigem grande quantidade de energia para sua fabricação e ser um agente dinamizador da agropecuária. A técnica consiste na aplicação de rochas moídas in natura ao solo para proporcionar em médio e longo prazo melhoria da fertilidade do solo,

incorporando conceitos de sustentabilidade e ecoeficiência na agricultura.

Rochas moídas como a brecha, flogopitito, ultramáfica, biotita, rejeito de chapada, dentre outras, quando aplicadas ao solo fornecem principalmente potássio (K) (Resende, 2006). Entretanto, esses fertilizantes alternativos levam ao solo outros nutrientes além do potássio, pois liberam elementos químicos considerados nutrientes ou não, como o sódio. Além disso, promovem modificações nas características relacionadas à acidez do solo (Moreira, 2006). A rochagem pode alterar positivamente os parâmetros de fertilidade do solo relacionados a sua acidez e também facilitar sua reestruturação. De modo geral, as rochas ou seus subprodutos são fontes naturais de fósforo, potássio, cálcio e magnésio, além de outros micronutrientes indispensáveis a nutrição das plantas (Theodoro e Leonardos 2006, Fyfe, Leonardos e Theodoro 2006).

Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes rochas moídas em três dosagens baseadas no teor de potássio (K) sobre atributos químicos do solo relacionados à acidez.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostras de um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico com textura média foram coletadas em Itutinga - MG, sob vegetação natural, na profundidade de 0-20 cm. O solo apresentou as seguintes características físicas e químicas (EMBRAPA, 1999): K = 22 mg dm^{-3} ; S = 5,4 mg dm^{-3} ; P (Mehlich1) = 0,9 mg dm^{-3} ; Ca = 0,1 cmol_c dm^{-3} ; Mg = 0,1 cmol_c dm^{-3} ; Al = 0,1 cmol_c dm^{-3} ; H+Al = 1,7 cmol_c dm^{-3} ; SB = 0,3 cmol_c dm^{-3} ; t = 0,4 cmol_c dm^{-3} ; T = 2,0 cmol_c dm^{-3} ; Fe = 27,4 mg dm^{-3} ; Zn = 0,5 mg dm^{-3} ; Cu = 0,7 mg dm^{-3} ; B = 0,0 mg dm^{-3} ; Mn = 0,4 mg dm^{-3} ; Areia = 600 g kg^{-1} ; Silte = 170 g kg^{-1} ; Argila = 230 g kg^{-1} .

O solo foi acondicionado em vasos para a realização do experimento em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo (DCS) da Universidade Federal de Lavras (UFLA). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 6, com quatro repetições, sendo três tratamentos relativos às doses de potássio (0, 200, 400, 600 kg K_2O ha^{-1}) e seis representados pelos fertilizantes alternativos (Brecha, Ultramáfica, Biotita, Rejeito de Mineração, Rejeito de Chapada e Flogopitito). As quantidades de rochas moídas

foram definidas com base na concentração de óxido de potássio (Quadro 1).

Todas as rochas utilizadas foram trituradas em moinho de bolas para que as partículas ficassem menores que 0,3 mm e analisadas (Quadro 1 e 2).

As unidades experimentais foram compostas por vasos plásticos com 3,7 dm³ cheios de solo misturado às rochas moídas que permaneceram incubadas por um período de 100 dias. Durante a incubação, manteve-se a umidade próxima a 70% da capacidade de campo.

Após esse período, foram coletadas amostras na camada de 0-15 cm para análise e cálculos os seguintes atributos químicos do solo: pH (água); cálcio (Ca) e magnésio (Mg) extraídos com KCl 1 mol L⁻¹ e sódio (Na). Também foram calculadas a saturação por alumínio (m) e a saturação por bases (V) do solo.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, sendo detectadas diferenças, aplicou-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade, por meio do software SISVAR 4.3[®] (Ferreira, 2003) para as comparações entre médias e, para os efeitos de doses, rochas e sua interação, aplicaram-se análises de regressão, sendo os modelos matemáticos escolhidos segundo as equações com melhores ajustes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de todos os atributos químicos do solo apresentaram efeito significativo ($p < 0,01$) de doses, rochas e a interação entre esses fatores, a exceção, foi para o magnésio (somente efeito de doses) e a saturação por alumínio que teve significância para o efeito de doses e rochas. Todas as rochas moídas modificaram o pH do solo nas diferentes doses aplicadas (Figura 1a). As variações do pH no solo fertilizado com as rochas moídas podem ser explicadas pelos diferentes valores do poder relativo de neutralização total, PRNT (Quadro 2). No caso da brecha, biotita e flogopitito, os valores de PRNT são muito baixos, o que reflete em menor efeito nas alterações de pH. É importante ressaltar que nenhum desses materiais tem especificações ou garantia mínima necessária para serem comercializados como corretivos da acidez (PN mínimo = 67%; Soma da porcentagem de óxido de cálcio (% CaO) e magnésio (% MgO) mínima = 38 %; e PRNT mínimo = 45%) (IN 35, Mapa 2006).

Comportamento semelhante ao do pH ocorreu para a disponibilidade de cálcio (Figura 1b). O teor de cálcio no solo encontrava-se na classe de disponibilidade “baixo” (0,1 cmol_c dm⁻³; CFSEMG 1999) antes da aplicação das rochas moídas e, após a incubação de 100 dias, apenas o solo tratado com a rocha ultramáfica passou para a classe de disponibilidade “baixo”. Isso demonstra que as rochas moídas estudadas têm pouco baixo poder de correção da acidez e pequena liberação de cálcio para o solo.

Essas alterações nos teores de cálcio ocorreram devido a liberação desse nutriente de minerais como piroxênios e feldspatos presentes em algumas dessas rochas moídas. Os piroxênios são alterados no solo e,

posteriormente, liberam cátions como Ca²⁺, Mg²⁺ e Fe²⁺. Já os feldspatos, que podem ser potássicos (KAlSi₃O₈) ou calcosódicos (NaAlSi₃O₈ e CaAl₂Si₂O₈), quando sofrem alguma alteração no solo liberam Ca²⁺ e Mg²⁺ (Curi, 2007; Meurer, 2006) promovendo o aumento da disponibilidade desses elementos no solo.

A ultramáfica também aumentou significativamente os teores de Na⁺ no solo, atingindo o valor máximo de 121,13 mg dm⁻³, seguida da brecha e do rejeito de mineração que atingiram valores de 20,23 e 13,20 mg dm⁻³, respectivamente (Figuras 1c). Os altos teores de Na⁺ ocasionados com a aplicação da rocha ultramáfica e da brecha podem ser explicados pela liberação desse elemento presente minerais que estão na composição dessas rochas, alguns dos feldspatos presentes provavelmente são tipo plagiocásios (NaAlSi₃O₈) e tem na sua composição o Na⁺ que é liberado para o solo (Meurer, 2006) elevando os teores de Na⁺ no solo fertilizado.

De acordo com Richards (1954), um valor de saturação da CTC por Na⁺ igual ou superior a 15% afeta algumas propriedades físicas do solo, dentre elas a condutividade hidráulica. Isso ocorre porque o Na⁺ é um cátion que provoca o aumento da dupla camada difusa, o que promove a dispersão dos colóides que passam a se movimentar no perfil do solo. Posteriormente, esses colóides dispersos e em movimentação podem obstruir os poros do solo, fato que interfere na condutividade hidráulica, infiltração e aeração e, conseqüentemente, na fertilidade desses solos.

As alterações causadas pela aplicação de diferentes doses de rochas moídas na disponibilidade de Ca²⁺, Mg²⁺ e Na⁺ refletiram em aumento da saturação por bases do solo (Figura 1 e 2). A saturação por bases aumentou com o incremento nas doses de rochas aplicadas, com exceção do tratamento com o flogopitito. Os maiores valores de saturação por bases ocorreram com a aplicação da ultramáfica, rejeito de mineração e chapada, confirmando o relativo poder corretivo dessas rochas.

As doses de rochas moídas influenciaram o teor de magnésio (Figura 2a). O teor de Mg no solo foram mais elevados com a aplicação da brecha e ultramáfica que as outras rochas. Antes da aplicação das rochas o teor de Mg (0,10 cmol_c dm⁻³) no solo estava na classe “muito baixo” (CFSEMG 1999); após adição das rochas brecha e ultramáfica a classe de disponibilidade mudou para “baixo” (0,18 cmol_c dm⁻³).

Em estudos que avaliaram diferentes doses de basalto moído e olivina cristalina como fonte de nutrientes, em dois tipos de solo e em diferentes períodos de incubação, verificou aumento na disponibilidade de Mg no solo, porém não suficiente para atingir valores considerados adequados (Escosteguy 1998).

Dentre os minerais que estão presentes nas rochas moídas estudadas a flogopita e o talco (Flogopitito); argilominerais 2:1 (Rejeito de chapada); biotita (Biotita); argilominerais 2:1, piroxênios, feldspatos e olivinas (Ultramáfica) e; feldspato e flogopita (brecha) são potenciais fontes de magnésio que pode ser liberado para o solo (Curi, 2007; Meurer, 2006).

A saturação da CTC efetiva por alumínio caiu

significativamente como resultado do efeito de fontes e doses das rochas moídas (Figura 2b). Observa-se, que a biotita promoveu menor redução desse atributo químico quando comparado aos outras rochas moídas (Figura 2b). Houve diminuição da saturação da CTC por alumínio com a elevação das doses de rocha moída (Figura 2c).

CONCLUSÕES

1. As seis rochas moídas empregadas no estudo promovem alterações na acidez do solo sugestionando uma menor necessidade de calcário em áreas onde essas rochas forem aplicadas.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura. Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes Minerais, Orgânicos, Organominerais e Corretivos. Brasília, 141p., 2007.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação. Viçosa - MG, 1999. 359 p.
- CURI, N.; KÄMPF, N. & MARQUES, J.J. Mineralogia e formas de potássio em solos do Brasil. In: YAMADA, T. & ROBERTS, T.L., eds. Potássio na agricultura brasileira. Piracicaba, Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 2005. p.71-92.
- ESCOSTEGUY, P.A.V.; KLAMT, E. Basalto moído como fonte de nutrientes. R. Bras. Ci. do Solo, 22:11-20, 1998.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Embrapa Solos. Embrapa Informática Agropecuária. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília, Embrapa Comunicação para transferência de tecnologia 1999. 370p.
- FERREIRA DF. 2003. Sisvar versão 4.2. DEX/UFLA.
- FYFE, W.S, LEONARDOS, O.H. & THEODORO, S.H. The use of rocks to improve family agriculture in Brazil. An. Acad. Bras. Cien., 78:721- 730, 2006.
- INSTRUÇÃO NORMATIVA nº 27 de 5 de junho de 2006 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=16951>>. (Acesso em 16/9/2010).
- MEURER, E. J. (ed) Fundamentos de química do solo. 3 ed. Porto Alegre: Evangraf, 2006. 285 p.
- MOREIRA, A.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F.A.; SALINET, L.H.; SFREDO, G.J. Efeito residual de rochas brasileiras como fertilizantes e corretivos da acidez do solo. Esp. Geog., 9:163-177, 2006.
- RESENDE, A.V.; MARTINS, E.S.; SENA, M.C.; MACHADO, C.T.T.; KINPARA, D.I.; OLIVEIRA FILHO, E.C. Suprimento de potássio e pesquisa de uso de rochas "in natura" na agricultura brasileira. Esp. Geog., 9:17-40, 2006.
- RICHARDS, L.A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington, US Department Agriculture, (USDA Agricultural Handbook, 60), 1954. 160p.
- THEODORO, S.H & LEONARDOS, O.H. Sustainable farming with native rocks: the transition without revolution. An. Acad. Bras. Cien., 78: 715-720. 2006.

Tabela 1. Teores totais¹ de K₂O, Na₂O, P₂O₅, CaO e MgO nos rochas moídas.

Rochas	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	CaO	MgO
	%				
Brecha	2,18	0,31	0,94	9,03	7,09
Ultramáfica	3,10	1,71	1,22	13	18,50
Rejeito de chapada	3,39	1,62	0,19	3,19	3,88
Sub produto de mineração	11,80	0,72	0,42	3,58	0,70
Biotita xisto	2,07	0,86	0,06	5,27	13,8
Flogopitito	7,71	0,16	0,2	0,98	22,89

¹ Método 4A&4B do laboratório Acmelabs (Canadá) que tem com princípio a fusão da amostra em metaborato/tetraborato de lítio.

Tabela 2. Valores de pH em água das rochas¹, percentagem de CaO, MgO, poder de neutralização, reatividade, percentagem de cálcio, magnésio e poder relativo de neutralização total² das rochas utilizadas no estudo.

Fertilizante alternativo	pH água	CaO	MgO	PN	RE	PRNT	Ca	Mg
		%						
Biotita	8,2	0,07	1,45	1,65	68,40	1,13	0,05	0,84
Flogopitito	8,5	0,13	0,57	0,45	82,32	0,37	0,09	0,34
Rejeito de mineração	10,8	2,73	0,55	11,29	87,92	9,92	1,95	0,33
Brecha	8,3	2,23	1,34	4,78	71,20	3,41	1,59	0,80
Ultramáfica	9,4	10,84	8,95	39,47	71,24	28,12	7,74	5,39
Rejeito de chapada	7,6	2,07	1,62	5,99	98,32	5,89	1,48	0,97

¹ Moreira (2006); ² Brasil (2007).

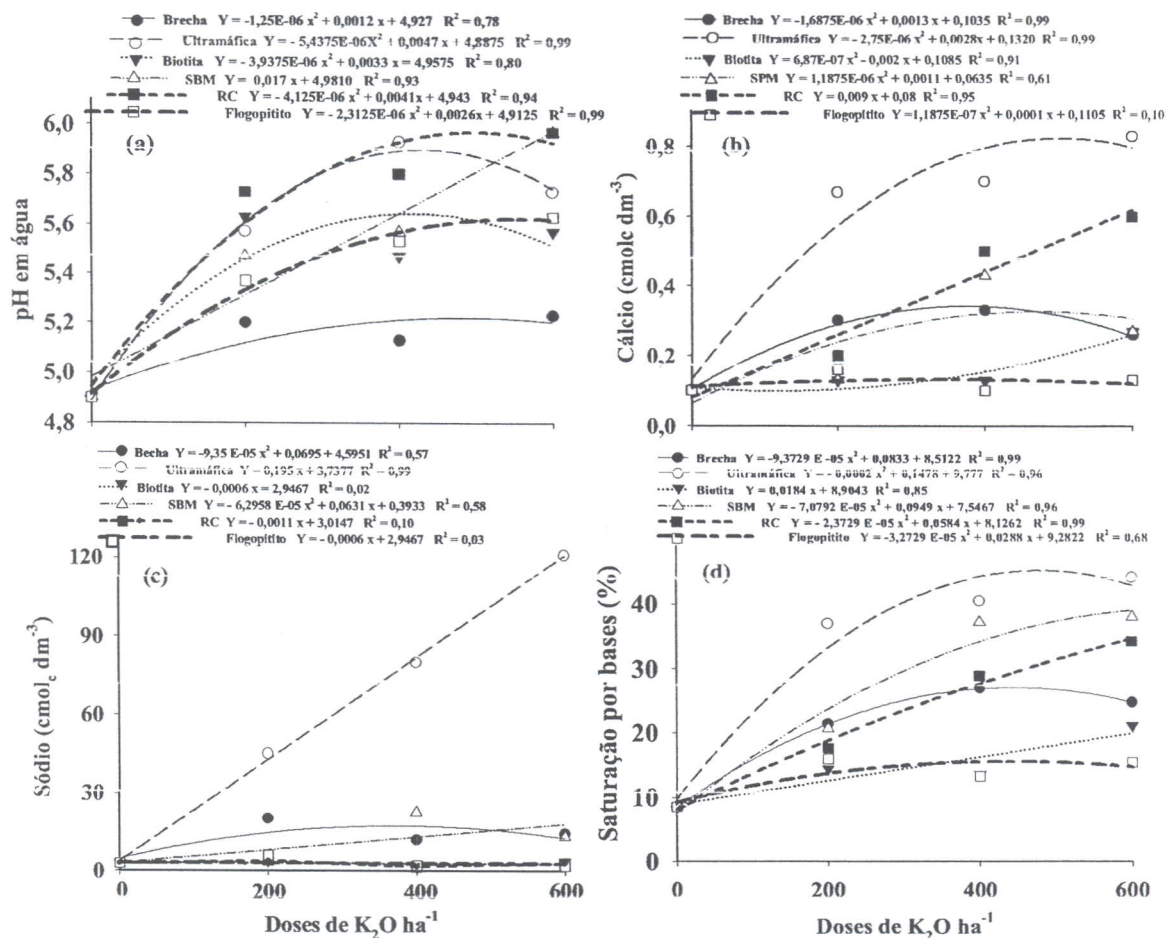


Figura 1. Valores de pH do solo (a), disponibilidade de cálcio (b), disponibilidade de sódio (c) e saturação por bases no solo (d) fertilizado com diferentes doses de rochas moídas.

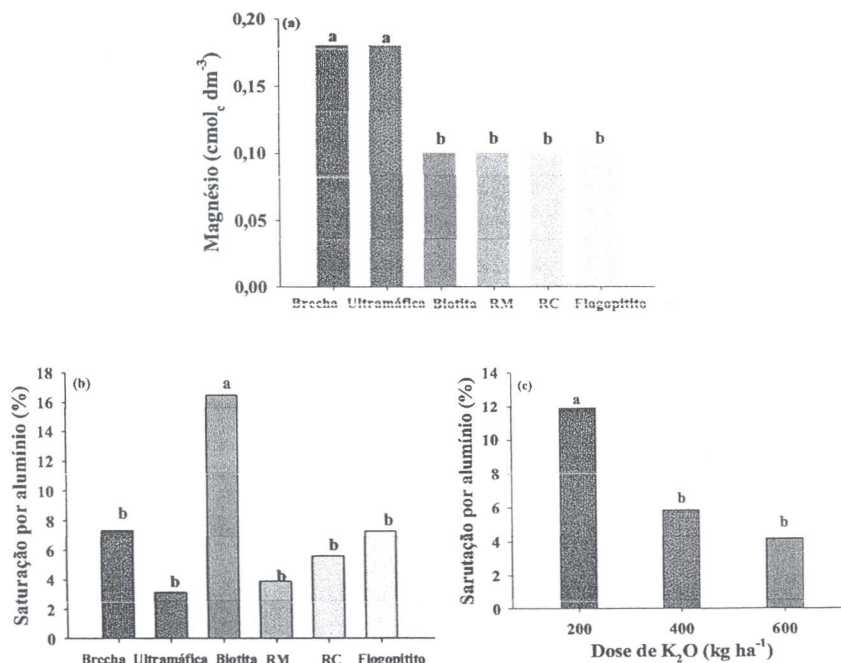


Figura 2. Disponibilidade de magnésio (a) e saturação por alumínio em função da aplicação de diferentes rochas moídas e das doses aplicadas (c).