

Agrominerais silicáticos e estabilidade de agregados de Latossolo Vermelho Amarelo

Rafael Ribeiro da Silva Fernandes¹; Julio Cesar Raposo de Almeida²; Ana Aparecida de Silva Almeida²; Marcelo dos Santos Targa²; Antonio Carlos Pries Devede³; João Luiz Gadioli⁴.

¹ Engenheiro Ambiental Mestre em Ciências Ambientais, UNITAU, Taubaté, SP, Brasil.

² Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, UNITAU, Taubaté, SP, Brasil

³ Pesquisador da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, APTA - Polo Regional do Vale do Paraíba, Pindamonhangaba, SP, Brasil

⁴ Engenheiro Agrônomo, Laboratório de Análises de Solos e Nutrição de Plantas, UNITAU, Taubaté, SP, Brasil

rafael.r.fernandes@hotmail.com, anaparecida.almeida@gmail.com, targa.marcelo@gmail.com,
antonio.devede@sp.gov.br, jlgadioli@gmail.com

*Autor correspondente: e-mail: julio.cralmeida@unitau.br

RESUMO

Objetivando avaliar o efeito da incorporação de agrominerais silicáticos de sobre atributos físicos de Latossolo Vermelho Amarelo, aplicou-se filler de Gnaisse (G) e Biotita (B) em quantidades equivalentes a 1, 10 e 30 Mg ha⁻¹. Para efeito de comparação, foram incluídos um tratamento Controle (sem K) e outros dois tratamentos com a aplicação de 100 kg de K₂O ha⁻¹ sob a forma de KCl e Fonolito. Após 95 dias de incubação dos tratamentos e 175 dias de cultivo de soja e braquiária humidicola, foram retiradas amostras indeformadas de solo com o auxílio de anéis volumétricos de aço (50cm³). Determinou-se a densidade aparente do solo (DA), o diâmetro médio das partículas de solo seco (DMPs) e em água (DMPa) e o índice de estabilidade de agregados (IEA). Os resultados foram submetidos a análise de variância, comparando-se as médias dos tratamentos pelo teste Tukey (5%). Efeitos significativos (P<0,05) relacionados aos tratamentos foram observados para DA, DMPs e IEA. A aplicação de KCl e Fonolito aumentaram a DA e o DMPs e reduziram o IEA. A aplicação de Biotita e Filler de Gnaisse não alterou a DA, o DMPs e o IEA.

Palavras-chave: remineralizador; densidade, diâmetro médio de partículas; pó de rocha.

Silicate agrominerals and aggregate stability of Red Yellow Oxisol

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of the incorporation of gneiss filler and biotite on the physical attributes in an Oxisol (*Latossolo*). The air-dried soil was homogenized and 4 kg was put into plastic pots. Gneiss (G) and Biotite (B) fillers were applied in rates equivalent to

1, 10 and 30 Mg ha⁻¹. For comparison purposes, a Control (no K) and two other treatments were included, in which 100 kg of K₂O ha⁻¹ were supplied as KCl and Phonolite. After growing soybeans and humidicola grass during 175 days, undisturbed soil samples were taken with volumetric steel rings (50 cm³), to evaluate soil Bulk Density (BD), Weighted Mean Diameter of aggregate at air-dried and water-stable (WMDad and WMDws) and the Aggregate Stability Index (ASI). The results were submitted to analysis of variance and comparing the averages of treatments by Tukey (5%). Significant differences (P<0.05) were observed for BD, MWDad and ASI. The application of KCl and Phonolite increased BD, WMDad and ASI. The application of Biotite and Gneiss Filler did not change the BD, WMDad and ASI.

Keywords: remineralizer; soil bulk density, mean particle diameter; rock powder.

1. INTRODUÇÃO

Os solos brasileiros de regiões tropicais, em geral, apresentam acidez elevada e fertilidade natural baixa (SANTOS et al., 2018), o que exige a adoção de técnicas de manejo adequadas para se elevar a produtividade e garantir a conservação do solo.

Entre várias técnicas utilizadas, a adubação se vale de diversos tipos de fertilizantes industriais ou naturais. Alternativamente às técnicas agrícolas convencionais, surgem técnicas que visam garantir a segurança alimentar, com produção de alimentos saudáveis de forma sustentável baseada na interação dinâmica entre o solo, as plantas, os animais, as pessoas, o ecossistema e o meio ambiente (MAZZOLENI e NOGUEIRA, 2006).

A rochagem ou remineralização que se caracteriza pela aplicação de rochas moídas e/ou minerais "*in natura*" no solo, vem se consolidando como forma de fertilização natural após a promulgação da Lei nº 12.890 (BRASIL, 2013). De acordo com essa lei, remineralizador é todo material de origem mineral que tenha sofrido apenas redução e classificação de tamanho por processos mecânicos e que altere os índices de fertilidade do solo por meio da adição de macro e micronutrientes para as plantas, bem como promova a melhoria das propriedades físicas ou físico-químicas ou da atividade biológica do solo.

A característica principal desses materiais reside no baixo índice de solubilidade, o que proporciona um fornecimento de macro e micronutrientes de forma gradual ao meio cultivado, além de promover o reequilíbrio do pH do solo. Essa condição, por si só, promove um ganho ambiental significativo, pois as contaminações por lixiviação oriundas de adubos reduzem drasticamente. Além disso, há economia financeira em função da redução das perdas provocadas pela lixiviação e diminuição da dependência de fertilizantes industrializados, cuja matéria-prima, muitas vezes, é importada e a produção exige um elevado consumo de energia. Em geral, os remineralizadores são de custo mais baixo, pois são obtidos de forma secundária, a partir do rejeito de atividades mineradoras, o que o torna acessível aos pequenos e médios produtores, principalmente na agricultura familiar, em que os investimentos em insumos representam uma parcela significativa dos custos de produção.

De acordo com Ferreira (2016), duas ou mais partículas primárias, quando se unem por uma força suficientemente forte, capaz de resistir a outras forças existentes no solo, formam o que se conhece por agregado. A manutenção dessa formação, depende da qualidade do material coloidal. De acordo com Salton et al. (2012), a organização e o arranjo entre as partículas minerais e orgânicas sintetiza a qualidade física do solo, pois interfere positivamente na atividade biológica, tendo em vista que a porosidade adequada viabiliza boa aeração e umidade que, por consequência, incrementam o crescimento radicular das plantas.

Preservar a capacidade do solo de manter a sua estrutura frente a diversos fatores, tais como manejo mecânico para agricultura ou outros fins, adição de fertilizantes, irrigação e

cultivo intenso, torna-se fundamental para sua conservação, uma vez que essa prática permite a manutenção de infiltração adequada de água e reserva de nutrientes no seu interior e resistência à erosão.

Diante da importância da relação entre os parâmetros físicos para a qualidade do solo, o índice de estabilidade de agregados do solo que representa a relação da distribuição de agregados por tamanho, guarda relação com a estrutura do solo (Ferreira, 2016). Essa avaliação, por tamanho, é importante, pois determina o grau de resistência do agregado à água e vento e a quantidade de espaços porosos nos solos cultivados.

Como a água é considerada a principal força de desagregação da estrutura do solo, o índice de estabilidade é calculado a partir do quociente entre o diâmetro médio ponderado dos agregados determinado em água (DMPa) e a seco (DMPs) e (SALTON et al., 2012).

O DMP é obtido pelo somatório da massa de cada classe, em grama, multiplicada pelo diâmetro, em milímetro, de sua respectiva classe. Segundo Salton et al. (2012), o índice de estabilidade de agregados indica a capacidade dos agregados de resistirem à energia de desagregação, sendo esta tanto maior quanto o valor estiver mais próximo da unidade.

A densidade aparente do solo, representada pela relação entre a massa de partículas sólidas do solo seco em estufa e o volume total do solo de uma amostra indeformada, incluindo o espaço poroso ocupado pela água e pelo ar (SOUZA et al., 2019) é outra propriedade do solo que guarda forte relação com a estrutura do solo. Segundo esses mesmos autores a densidade pode ser influenciada pelos sistemas de cultivo e de manejo, pois estes alteram a estrutura e o espaço poroso do solo. Práticas agrícolas que aumentem a densidade dos solos prejudicam seus resultados, pois solo mais denso implica em menor porosidade, menor infiltração de água e menor aeração, o que dificulta o crescimento radicular das plantas.

Considerando a escassez de informações a respeito do efeito dos remineralizadores sobre propriedades físicas e, admitindo a hipótese de que a aplicação de fertilizantes e remineralizadores pode alterar a estrutura do solo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da incorporação de pó de Gnaisse e pó de Biotita sobre a densidade do solo, o diâmetro médio dos agregados e o índice de estabilidade de agregados.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento para avaliar o efeito da aplicação de Biotita e filler de Gnaisse sobre a estabilidade de agregados de Latossolo Vermelho Amarelo foi conduzido em casa de vegetação no Departamento de Ciências Agrárias da Universidade de Taubaté, sendo constituído por 9 tratamentos (Tabela 1),

Tabela 1 Tratamentos aplicados para avaliação do efeito da aplicação de Cloreto de potássio (KCl) e agrominerais silicáticos (Fonolito; Biotita - B; Filler de Gnaisse - G) sobre a estabilidade de agregados de Latossolo Vermelho Amarelo.

Tratamentos	Dose da fonte (kg ha ⁻¹)	Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹)
Controle	0	0
KCl	167	100
Fonolito	1.250	100
B1	1.000	58,3
B10	10.000	583
B30	30.000	1749
G1	1.000	60,7
G10	10.000	607
G30	30.000	1821

A Biotita e o filler de Gnaiss são procedentes das cidades de Mogi das Cruzes e Embu das Artes (SP) e, de acordo com os resultados das análises químicas realizadas pelo Laboratório de Caracterização Tecnológica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, apresentaram consideráveis teores de K_2O que possibilitariam seu uso como remineralizador do solo, respectivamente 5,83 e 6,07 dag kg^{-1} (Tabela 2). Quanto a granulometria dos materiais, constatou-se que 89,3 dag kg^{-1} da Biotita e 98,0 dag kg^{-1} do filler de Gnaiss apresentaram dimensões inferiores a 0,5mm (Tabela 3).

Tabela 2. Análise química dos pós de Biotita e filler de Gnaiss.

Elemento químico	Biotita (dag kg^{-1})	Gnaiss (dag kg^{-1})
SiO ₂	58,3	65,7
Al ₂ O ₃	14,1	14,0
Fe ₂ O ₃	10,8	4,28
MnO	0,153	<0,10
MgO	2,08	1,12
CaO	2,45	2,62
Na ₂ O	2,37	2,57
K ₂ O	5,83	6,07
TiO ₂	1,45	0,63
P ₂ O ₅	0,57	0,36
perda ao fogo	1,44	1,34

Fonte: Laboratório de Caracterização Tecnológica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Tabela 3. Análise granulométrica dos pós de Biotita e filler de Gnaiss.

Diâmetro da peneira (mm)	Biotita (dag kg^{-1})	Gnaiss (dag kg^{-1})
4,76	0,00	0,00
2,00	2,50	0,00
1,00	3,06	0,61
0,50	5,08	1,40
0,25	44,20	7,56
0,15	25,01	67,90
0,05	17,82	20,12
<0,05	2,33	2,41

Fonte: Laboratório de Solos e Plantas da Universidade de Taubaté.

O solo utilizado neste experimento foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (SANTOS, 2018), foi coletado na camada subsuperficial (20 a 40 cm) da Fazenda Piloto da Universidade de Taubaté e apresentou composição granulométrica de 272 g kg^{-1} de argila, 136 g kg^{-1} de silte e 593 g kg^{-1} de areia (ALMEIDA et al., 2018, 2019).

As doses correspondentes a cada tratamento foram misturadas a 4 kg de solo dentro de sacos plásticos e, em cada qual, foi acondicionado em vasos plástico preto com capacidade de 4 L. Em seguida, para a incubação dos solos (sem potássio), adicionou-se volume de água deionizada suficiente para atingir 70% da capacidade de campo. A cada 15 dias, os vasos eram pesados, ajustando-se a umidade do solo sempre que necessário. Após o período de incubação (47 dias) dos tratamentos, foram aplicados 8 t ha^{-1} de calcário dolomítico para elevar a saturação por bases (V%) para 70%, adicionando-se água para reação do calcário, mantendo-se a umidade do solo em torno de 70% da capacidade de campo por mais 48 dias (ALMEIDA et al., 2018).

Transcorrido o período de incubação do pó de rocha e do calcário, os vasos foram transferidos para a casa de vegetação para o solo secar durante 10 dias. Logo em seguida,

cultivou-se soja (*Glycine max* L.) e braquiaria humidicola (*Urochloa humidicola*) num período de 175 dias (ALMEIDA et al., 2019).

Ao término do experimento (ALMEIDA et al., 2018 e 2019), os vasos foram colocados em local sombreado, seco e arejado para que os solos atingissem a umidade próximo da capacidade de campo e, ao atingir consistência friável, o solo foi extraído do interior de cada vaso sem comprometer a sua integridade física, cortando-se o monolito de terra ao meio com uma faca, no sentido vertical e, no ponto central em uma das faces internas retirou-se uma amostra de solo com o auxílio de anéis volumétricos de aço de aproximadamente 50 cm³.

Posteriormente, as amostras de solo foram retiradas dos anéis e destorroadas manualmente, sem esforço excessivo, para então se realizar o peneiramento a seco. Cada amostra foi colocada no topo de um conjunto de peneiras com aberturas de 4,76 mm, 2,00 mm, 1,00 mm, 0,50 mm, 0,25 mm e menor que 0,25 mm e, agitada em agitador mecânico vibratório da marca MLW, modelo Thy 1, durante 1 minuto, com potência mínima necessária para apenas separar os agregados e não haver fragmentação. O solo retido em cada peneira foi transferido para recipientes, os quais foram levados para secagem em estufa com circulação forçada de ar da marca FANEM, modelo 315 SE, a 105° C até peso constante para, logo em seguida, se determinar a massa de solo de cada fração granulométrica utilizando-se uma balança analítica da marca Shimadzu, modelo BL3200H.

A densidade aparente do solo (DA) foi estimada dividindo-se a soma da massa (g) dos agregados retidos em cada peneira pelo volume do cilindro (cm³).

A amostra contendo os agregados e a terra solta foi reconstituída e, posteriormente acondicionada em um funil de papel filtro, sendo na sequência, imersa parcialmente em um recipiente contendo uma lâmina de água de, aproximadamente, 2 cm, por 16 horas para o umedecimento do solo por capilaridade.

As amostras úmidas foram transferidas cuidadosamente para o topo de um conjunto de peneiras com aberturas de 4,76 mm, 2,00 mm, 1,00 mm, 0,50 mm e 0,25 mm, que se encontravam dentro de um balde, e acopladas a um agitador com oscilação vertical da marca PACHANE, modelo TE 181. No balde, foi colocado volume de água suficiente para encobrir a amostra de solo depositada no interior do topo do conjunto de peneiras, na sua posição mais elevada.

As amostras foram agitadas por um período de 15 minutos, a 42 oscilações por minuto. Em seguida, o material retido em cada peneira foi transferido para recipientes, os quais foram levados para secar e determinou-se a massa seca de solo retido em cada peneira de forma idêntica ao descrito anteriormente.

A diferença da massa total seca de solo resultante do peneiramento em água para o somatório das massas dos agregados em cada fração do peneiramento a seco representa a massa do material inferior a 0,25 mm resultante de peneiramento em água.

O cálculo do diâmetro médio ponderado (DMP) seco e em água foi realizado considerando-se a massa de solo de cada classe de diâmetro, de acordo com a Equação 1 (Salton et al., 2012):

$$DMP = \frac{\sum_{i=l}^R (w_i \cdot x_i)}{\sum_{i=l}^R w_i} \quad (\text{Eq. 1})$$

Em que: w_i representa massa de cada classe em gramas; e x_i significa diâmetro médio das classes expresso em milímetro.

O quociente entre DMPa, obtido no peneiramento em água, e o DMPs, obtido no peneiramento a seco, representa o índice de estabilidade dos agregados (IEA), conforme Equação 2 (Salton et al., 2012):

$$IEA = \frac{DMP_a}{DMP_s} \quad (\text{Eq. 2})$$

Os resultados foram submetidos a análise de variância considerando o delineamento em blocos ao acaso utilizando-se o pacote estatístico *The SAS System*, e em caso de teste F significativo ($P < 0,05$), comparou-se as médias dos tratamentos com o teste Tukey (5%).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Densidade aparente do solo

A análise de variância da densidade do aparente do solo revelou efeito significativo ($P < 0,05$) entre os tratamentos. Comparando-se as médias dos tratamentos observou-se apenas que a aplicação de Fonolito ($1,56 \text{ g cm}^{-3}$) resultou em densidade maior que do Controle ($1,33 \text{ g cm}^{-3}$) e B10 ($1,36 \text{ g cm}^{-3}$) e, não foram encontradas diferenças entre os demais tratamentos (Tabela 4).

Os Latossolos, em geral, possuem estrutura estável sendo apropriados para o cultivo de plantas, porém sob manejo inadequado e uso intensivo, a estrutura pode se degradar criando condições favoráveis para o aumento da densidade (COSTA et al., 2022). A densidade do solo é uma propriedade diretamente relacionada com a textura e, nesse sentido, considerando-se que o solo apresenta textura franco-argiloarenosa (272 g kg^{-1} de argila, 136 g kg^{-1} de silte e 593 g kg^{-1} de areia) os valores observados estão dentro do intervalo de densidade comumente esperados ($0,9$ e $1,6 \text{ g cm}^{-3}$) para Latossolos, com teores de areia mais acentuados.

Malta et al. (2019) avaliando o efeito da adubação orgânica e mineral em Latossolo Amarelo distrófico verificaram que aplicação de pó de rocha combinada com esterco de ave não alterou a densidade em comparação ao tratamento testemunhas (sem adubação) mas, ao contrário, constataram aumento da densidade sob a aplicação de adubação mineral combinada com esterco de caprinos.

3.2. Diâmetro Médio dos Agregados

A análise de variância do Diâmetro Médio dos Agregados seco (DMPs) revelou efeito significativo devido aos tratamentos. Comparando-se as médias entre os tratamentos, constatou-se que a aplicação de Fonolito ($3,62 \text{ mm}$) foi possibilitou o maior DMPs, diferindo dos demais tratamentos. O tratamento Controle e apresentou o menor DMPs ($2,06 \text{ mm}$). A aplicação de Gnaisse e Biotita ao solo e KCl apresentaram valores de DMPs intermediários, não se diferenciado do tratamento controle e do KCl, mas se mostraram menores que o Fonolito. Não foram observadas diferenças em função do aumento da dose dos remineralizadores.

Quando ao Diâmetro Médio dos Agregados em água (DMPa), não foi observado efeito significativo ($P > 0,05$) devido os tratamentos (Tabela 4) e, ficando o valor médio foi em $1,19 \text{ mm}$.

Matos et al. (2008) realizaram experimento utilizando adubo mineral N-P-K na proporção 4-14-8, nas doses 0 , 250 e 500 kg ha^{-1} por ano, aplicados no plantio, em comparação ao mesmo solo Argissolo Vermelho amarelo distrófico, não adubado e adubado com adubo orgânico formado por palha de soja e de feijão misturados a esterco bovino, na dose $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. O uso do adubo mineral, na dose 250 kg ha^{-1} , não alterou o DMPs e DMPa, em comparação ao solo sem adubação. Entretanto, a adubação mineral, na dose 500 kg ha^{-1} , apresentou desagregação de macroagregados entre $4-2 \text{ mm}$, tanto a seco quanto no meio úmido, em torno de 6% , em relação à adubação orgânica.

Tabela 4. Efeito de doses de fertilizantes potássicos e agrominerais silicáticos sobre a densidade aparente do solo (DA), diâmetro médio ponderado dos agregados do solo, determinado a seco (DMPs) e em água (DMPa) e índice de estabilidade dos agregados do solo (IEA). Médias seguidas pelas mesmas letras, na mesma coluna, não diferem entre si, teste Tukey (5%).

Tratamentos	DA (g cm ⁻³)	DMPs (mm)	DMPa (mm)	IEA
Controle	1,33 b	2,06 c	1,29	0,63 a
KCl	1,44 ab	2,75 bc	1,00	0,37 ab
Fonolito	1,56 a	3,62 a	1,10	0,31 b
B1	1,38 ab	2,21 bc	1,29	0,59 ab
B10	1,36 b	2,67 bc	1,43	0,53 ab
B30	1,42 ab	2,54 bc	1,26	0,50 ab
G1	1,40 ab	2,46 bc	1,07	0,44 ab
G10	1,50 ab	2,84 b	1,06	0,37 b
G30	1,41 ab	2,43 bc	1,23	0,52 ab
Média	1,42	2,62	1,23	0,48
Teste F (Prob.)	<0,01	<0,01	>0,05	<0,01
DMS	0,19	0,73	-	0,24
CV%	5,78	11,7	17,6	20,9

Analisando a distribuição relativa da massa de solo de agregados estáveis em água por classe de tamanho (Figura 1), verificou-se que a aplicação de Fonolito (37,8%) e KCl (32,4%) aumentaram a proporção de agregados <0,25 mm em relação ao tratamento Controle (15,3%). Por outro lado, houve diminuição da proporção dos agregados >2,00 mm, sob aplicação de Fonolito (12,3%) e KCl (10,4%) comparado ao Controle (16,0%).

A aplicação de Biotita, não alterou a distribuição de agregados, mantendo, em termos médios, os percentuais de agregados <0,25 mm (16,7%) e >2,00 mm (16,1%) próximos aos observados no tratamento Controle. Sob a aplicação de Gnaisse, houve aumento da proporção de agregados <0,25 mm (23,1%) e redução dos agregados >2,00 mm, porém de forma menos expressiva do que sob a aplicação de Fonolito e KCl.

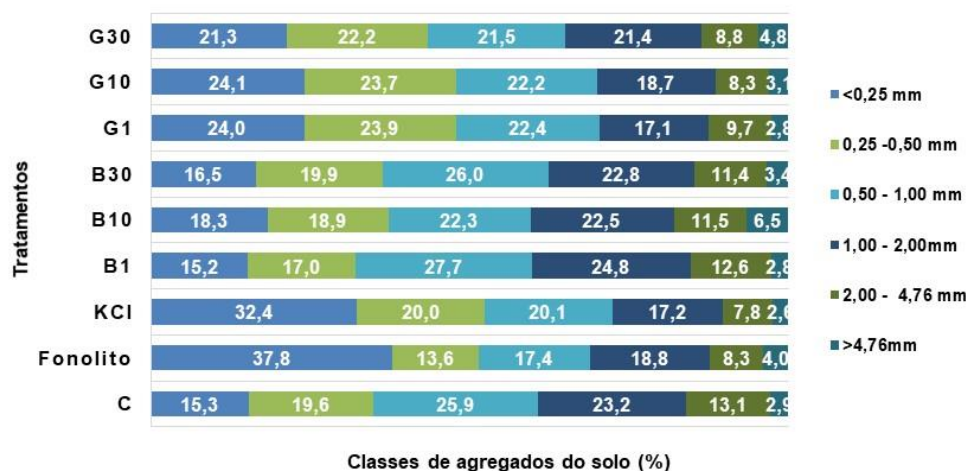


Figura 1. Distribuição relativa (%) da massa de Latossolo Vermelho Amarelo quanto ao tamanho (mm) dos agregados estáveis em água submetidos a aplicação de fertilizante e agrominerais potássicos (KCl, Fonolito, Biotita e Filler de Gnaisse).

3.3. Índice de Estabilidade de Agregados

A análise de variância do Índice de Estabilidade de Agregados (IEA) revelou efeito significativo ($P < 0,05$) devido aos tratamentos. Comparando-se as médias dos tratamentos, verificou-se que a aplicação de KCl (0,3725) e Fonolito (0,3050) diminuíram o IEA em relação ao Controle (0,63). O aumento das doses dos pós de Gnaiss e de Biotita levaram a uma diminuição do IEA, ainda que não tenham sido observadas diferenças significativas entre esses materiais silicáticos e os tratamentos Controle, KCl e Fonolito.

De acordo com Salton et al. (2012), a contínua interação entre os componentes minerais e orgânicos determina a organização e o arranjo das partículas e define, num dado momento, a estrutura do solo, a qual pode sintetizar sua qualidade física, que interfere na atividade biológica, tendo em vista que a porosidade adequada viabiliza boa aeração e umidade.

Diversos fatores podem influenciar a estrutura do solo, o tamanho e a distribuição e a estabilidade dos agregados dos solos, entre os quais se destacam as práticas de manejo (ALMEIDA et al. (2014), a gênese e composição granulométrica (QUEIROZ et al., 2015), o teor de C no solo (SALTON et al., 2008). Nesse sentido, pode-se constatar por meio desse trabalho que a aplicação de fertilizantes e remineralizadores influenciaram a estabilidade dos agregados do solo.

4. CONCLUSÃO

A aplicação de fertilizantes e remineralizadores influenciaram a estabilidade dos agregados do solo

A aplicação de Biotita e Filler de Gnaiss não alterou a densidade aparente do solo, o diâmetro médio dos agregados do solo seco e o índice de estabilidade de agregados.

A aplicação de KCl e Fonolito aumentaram a densidade aparente do solo, o diâmetro médio dos agregados secos e reduziu o índice de estabilidade dos agregados.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. F.; MACHADO, H. A.; MARTINS, F. P.; QUEIROZ, I. D. de S.; TEIXEIRA, W. G.; MIKHAEL, J. E. R.; BORGES, E. N. Correlação do tamanho e distribuição dos agregados em latossolos amarelo da região do triângulo mineiro em diferentes ambientes. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 30, n. 5, p. 1325-1334, Sept./Oct. 2014
- ALMEIDA, J. C. R. de; GADIOLI, J. L.; ALMEIDA, A. A. S.; CÍCERO, C. M.; TAKADA, H. M.; VILELLA, O. V.; AZEREDO, V. Reatividade de Biotita e K6 em Latossolo Vermelho Amarelo. Taubaté: Mineração Embú, 2018.
- ALMEIDA, J. C. R. de; GADIOLI, J. L.; ALMEIDA, A. A. S.; CÍCERO, C. M.; TAKADA, H. M.; VILELLA, O. V.; AZEREDO, V. Efeito do tempo de incubação da Biotita e K6 em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico sobre a produção e nutrição de Soja (*Glycine max*) e *Brachiaria humidicola*. Taubaté: Mineração Embú, 2019,
- BRASIL. Lei nº 12.890, de 10 de dezembro de 2013. Altera a Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980, para incluir os remineralizadores como uma categoria de insumo destinado à agricultura, e dá outras providências, Brasília, DF. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12890.htm>. Acesso em: 19 mar. 2020.
- COSTA, L. M. da; COSTA, O. V.; OLSZEVIK, N.; NACIF, P. G. S. Influência das características morfológicas, estruturais e texturais do solo na definição de seu preparo. In.: GONÇALVES, J. L. de M.; STAPE, J. L. **Conservação e Cultivo de Solos Para Plantações Florestais**. Piracicaba: IPEF, 2002. cap.4, p.205-219

- FERREIRA, M. M. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO SOLO. In: LIER, Quirijn de Jong van (ed.). Física do Solo. 1. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2016. Cap. I, p. 1-27. ISBN 978-85-86504-06-8.
- MATOS, E. S.; MENDONÇA, E. S.; LEITE, L. F. C.; GALVÃO, J. C. C.. Estabilidade de agregados e distribuição de carbono e nutrientes em Argissolo sob adubação orgânica e mineral. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v. 43, n. 9, p. 1221-1230, set. 2008
- MAZZOLENI, E. M.; NOGUEIRA, J. M.. Agricultura orgânica: características básicas do seu produtor. *Revista de Estudos Regionais*, Rio de Janeiro, v. 44, n. 2, p. 263-293, abr/jun 2006.
- MALTA, A. O. de; PEREIRA, W. E.; TORRES, M. N. N.; SILVA, E. S. da; SILVA, S. I. A. da. Atributos físicos e químicos do solo cultivado com gravioleira, sob adubação orgânica e mineral. *PesquisAgro, Confresa*, v. 2, n. 1, p. 11-23, 28 jun. 2019.
- QUEIROZ, A. F. de; SALVIANO, A. M.; OLSZEWSKI, N.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA NETO, M. B. de. Percentagem de agregados em diferentes classes de solos. XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, *anais*, Natal, RN, 2015.
- SANTOS, H. G. dos; et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5.ed., Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356p.
- SALTON, J. C.; SILVA, W. M.; TOMAZI, M.; HERNANI, L. C.. Determinação da agregação do solo - Metodologia em uso na Embrapa Agropecuária Oeste. Dourados: Embrapa, dez 2012. Comunicado Técnico 184:
- SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em mato grosso do sul. *R. Bras. Ci. Solo*, 32:11-21, 2008
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. Á.; et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353p. ISBN 978-85-7035-198-2.
- SOUZA, L.; MAFRA, Á. L.; SOUZA, L. D.; SILVA, I. F.. INTER-RELAÇÃO ENTRE MANEJO E ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO. In: BERTOL, I.; DE MARIA, I. .; SOUZA, L. S. (ed.). Manejo e Conservação do Solo e da Água. 1. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2019. Cap. VIII, p. 193-249.