

Estabilidade de microagregados em Latossolo Vermelho com aplicação de calcário e gesso agrícola em três manejos de solo

Altamir Mateus Bertollo¹; Vanderlei Rodrigues da Silva²; Ezequiel Koppe¹; Luciano Campos Cancian¹; Patrícia Pretto Pessotto³; Edson Campanhola Bortoluzzi⁴;

⁽¹⁾ Eng. Agr. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Agricultura e Ambiente, Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, RS; altamirmateus@hotmail.com; ⁽²⁾ Eng. Agr. Dr. Professor Adjunto Universidade Federal de Santa Maria; ⁽³⁾ Acadêmica do Curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria. ⁽⁴⁾ Eng. Agr. Dr. Professor da Universidade de Passo Fundo;

RESUMO: A estabilidade de agregados é uma propriedade física do solo que expressa alterações na estrutura do solo. O objetivo do trabalho é estudar a microagregação de um Latossolo Vermelho em três sistemas de manejo de solo com aplicação de calcário e gesso agrícola. Após três anos da implantação dos tratamentos, foram coletadas amostras indeformadas de solo em seis profundidades e obtidos microagregados. Estes foram analisados em difração laser, com pré-exposição das amostras em onda de ultrassom. Foi analisado o índice de estabilidade de agregados para três diâmetros (5,0, 50 e 212 μm). O manejo convencional do solo apresentou maior estabilidade dos microagregados que o sistema plantio direto. Dentro de cada manejo, tem-se uma menor agregação nas camadas superficiais. Analisando as doses de calcário e gesso agrícola, há um efeito benéfico na agregação para as parcelas onde houve aplicação de calcário. Conclui-se que a microagregação é afetada pelo manejo do solo e pela prática de calagem.

Termos de indexação: Microagregação, estrutura do solo, difração laser.

INTRODUÇÃO

A agregação do solo é o resultado do arranjo de partículas, sendo influenciada pela floculação e cimentação das frações que compõem a estrutura de microagregados do solo (Briedis et al., 2012).

A microagregação do solo desempenha papel importante não só para a estruturação, mas também no acúmulo e preservação de nutrientes no solo, a estabilidade de agregação forma um compartimento estável frente às ações de degradação (Burak et al., 2011).

Nos últimos anos, tem-se utilizado técnicas de ultrassom como fator de estresse mecânico para estudos de estabilidade de microagregados. Com essa técnica, é possível conhecer a resistência que um solo oferece à desagregação. O índice de desagregação pode ser avaliado isoladamente ou em curvas de desagregação, cujo comportamento é um reflexo da estabilidade do agregado (Sá et al., 2000; 2002).

De acordo com Raine & So (1993), o uso do ultrassom é uma boa alternativa para estudos de agregação do solo, uma vez que a energia aplicada auxilia na comparação para trabalhos que relacionam a quebra de agregados sob diferentes condições.

O objetivo deste trabalho é avaliar a estabilidade de microagregados de um Latossolo Vermelho sob aplicação de calcário e gesso agrícola em três manejos de solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento está localizado no município de Boa Vista das Missões – RS em um Latossolo Vermelho distrófico (Embrapa, 2006). A área vinha sendo cultivada há mais de uma década sob sistema plantio direto. Em julho de 2009, foi instalado o experimento, cujo delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas. Nas parcelas principais, alocaram-se os manejos de solo: convencional (1 aração a 40 cm de profundidade + 2 gradagens), escarificado (0,30 m de profundidade) e plantio direto; e as subparcelas receberam os tratamentos que constaram nas combinações de doses de calcário (0 e 6 Mg ha^{-1}) e doses de gesso (0 e 6 Mg ha^{-1}). Para os tratamentos onde houve revolvimento do solo, a aplicação de 6 Mg ha^{-1} de calcário foi realizada de maneira fracionada, com a aplicação de 50% da dose antes do revolvimento do solo e o restante depois da operação de manejo. O gesso foi aplicado na superfície do solo após as operações de manejo de solo e semeadura da aveia preta, sem incorporação mecânica. As culturas implantadas na área foram: aveia preta – soja – trigo – milho – aveia preta – soja e, no cultivo de inverno de 2012, a área permaneceu em pousio para coleta das amostras.

Para análise da microagregação do solo, foram coletadas amostras em blocos indeformados, em seis profundidades do perfil do solo, 0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-30 e 30-40 cm. No laboratório, as amostras de solo foram desfragmentadas manualmente em agregados com diâmetro de 1 a 2 mm, e posteriormente secas à sombra e em temperatura ambiente. Foram realizadas

determinações da estruturação natural do solo (A.N.) e com exposição à ondas ultrassônicas (A.U.). As amostras foram submetidas à difração laser (Poletto et al., 2007), sendo estas pré-expostas por 30 segundos a uma onda de ultrassom (com energia equivalente a $18,1 \text{ J mL}^{-1}$). As leituras de tamanho de agregados foram determinadas em um difratômetro laser (DL) modelo Beckman Coulter LS 320[®] (Zobeck, 2004). Analisou-se o tamanho de agregados entre 0,04 a 2.000 μm , distribuídos em 94 classes. Detalhes da técnica estão apresentadas em Bortoluzzi et al. (2010).

A fim de estudar o efeito das doses de calcário e gesso na microagregação no perfil do solo foi calculado o índice de estabilidade de agregados (IEA). O IEA é a razão entre o volume total da amostra e o volume retido na malha de interesse, expresso em porcentagem. Foi determinado o IEA em três diferentes classes: 5 μm para estimar a fração menor que argila; 50 μm para cálculo da fração equivalente a argila; e 212 μm simulando os estudos de estabilidade de agregados convencional estudados por Kemper & Chpeil (1965).

Os valores dos IEA foram submetidos a ANOVA, e o cálculo das médias foi realizado com o teste de Tukey a 5% de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da distribuição do tamanho dos agregados encontram-se na **Figura 1**.

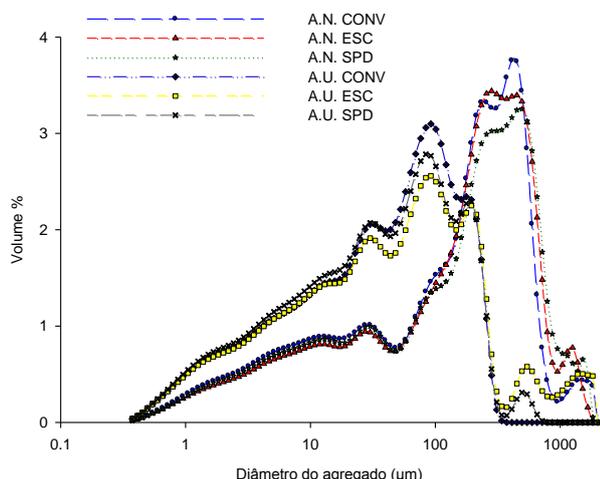


Figura 1 – Curvas de dispersão da camada de 0-5 cm de profundidade, nos três manejos (CONV, ESC, SPD), para as leituras de agregação natural do solo (A.N.) e agregação após o uso de ultrassom (A.U.) em microagregados <2mm.

Na figura 1 é possível visualizar o efeito da desestruturação gerada pela ação ultrassônica nos microagregados. Na determinação realizada sem o acionamento do ultrassom, a fração de 500 μm de diâmetro é onde se concentra o pico com maior

porcentagem de distribuição de tamanho de agregados nas amostras. Quando acionado o ultrassom o pico modal deslocou-se para o tamanho de fração de 150 μm .

Analisando o IEA na fração de 5 μm para os manejos, tem-se diferença no tratamento sem aplicação de gesso e calcário, na profundidade de 30 a 40 cm, onde o sistema escarificado apresentou menor valor de DMP, diferindo do manejo convencional (**Tabela 1**). Para esta mesma profundidade, no tratamento onde foi aplicado calcário, tem-se o sistema de plantio direto como apresentando agregados inferiores aos demais. Nas profundidades de 0 a 10 cm e de 20 a 30 cm, na área com aplicação de calcário, o SPD apresentou agregados inferiores aos agregados encontrados no manejo escarificado.

Tabela 1. Valores de Índice de Estabilidade de Agregados (IEA), em porcentagem, na fração de 5 μm para os tratamentos com doses de calcário e gesso nas seis profundidades nos três manejos de solo.

Prof cm	0calcário		6calcário	
	0gesso	6gesso	0gesso	6gesso
----- Manejo Convencional -----				
0-5	7.86 Aaw*	7.01 Aaw	9.16 Aawδ	7.89 Abw
5-10	9.15 Aaw	8.15 Aaw	9.29 Aawδ	10.36 Aaw
10-15	9.65 Aaw	8.31 Aaw	9.98 Aaw	8.79 Aabw
15-20	8.73 Aaw	8.62 Aaw	9.30 Aaw	8.27 Aabw
20-30	9.11 Aaw	7.71 Aaw	9.20 Aawδ	8.75 Aabw
30-40	8.69 Aaw	6.75 Aaw	8.31 Aaw	7.55 Abw
----- Manejo Escarificado -----				
0-5	7.66 Babw	8.32 Abaw	10.10 Aabw	9.13 Abaw
5-10	9.40 ABaw	8.82 Baw	11.14 Aaw	9.47 Abaw
10-15	8.29 Aabw	9.17 Aaw	9.53 Aabw	9.66 Aaw
15-20	9.01 Aaw	9.52 Aaw	8.37 Abw	8.09 Aaw
20-30	8.25 ABabw	9.06 ABaw	10.43 Aabw	8.14 Baw
30-40	6.25 Bbδ	8.43 ABaw	9.30 Aabw	7.45 ABaw
----- Manejo Sistema de Plantio Direto ----				
0-5	8.19 Aaw	8.03 Aaw	7.74 Aabδ	8.80 Aaw
5-10	8.69 Aaw	7.04 Aaw	8.55 Aaδ	9.19 Aaw
10-15	8.55 Aaw	7.47 Aaw	9.33 Aaw	8.74 Aaw
15-20	7.72 Aaw	8.63 Aaw	8.18 Aabw	7.24 Aaw
20-30	7.77 Aaw	7.77 Aaw	7.84 Aabδ	8.95 Aaw
30-40	7.54 Aawδ	7.52 Aaw	5.96 Abδ	7.42 Aaw

*Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas na linha, minúsculas na coluna e gregas entre manejos, não diferem entre si pelo teste de Tuckey a 5%.

Para o manejo cultivo convencional, não houve alterações nos microagregados comparando as doses dentro das mesmas profundidades. Quando

analisado as profundidades ocorre diferença para a parcela onde foram aplicados calcário e gesso, sendo que a camada de 0 a 5 cm e de 30 a 40 apresentaram menores valores do que a camada de 5-10 cm.

Nas parcelas onde o solo foi submetido à escarificação, houve influência das diferentes doses de calcário e gesso nas duas camadas superficiais e nas duas camadas mais profundas. Na camada de 10-20 cm de profundidade não foi verificado influência das doses de gesso e calcário. Com exceção da profundidade de 15-20 cm, nas demais parcelas onde foram aplicadas $6 \text{ Mg}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de calcário, os resultados de IEA foram superiores, havendo uma redução deste valor quando combinado à aplicação de $6 \text{ Mg}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de gesso agrícola. Na parcela sem aplicação de calcário e gesso, o valor de IEA nas profundidades 5 a 10 cm e 15 a 20 cm foram superiores aos da profundidade 30 a 40 cm. Para a parcela com aplicação de $6 \text{ Mg}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ o IEA obtido na profundidade 5 a 10 cm foi superior ao obtido na profundidade de 15 a 20 cm.

No manejo SPD somente no tratamento que recebeu calcário foram diagnosticadas diferenças do IEA em profundidade, em que a camada de 5 a 15 cm apresentou valores de agregação superiores aos encontrados na camada de 30-40 cm.

Quando analisado o IEA para as amostras, considerando a fração inferior a $50 \mu\text{m}$, têm-se diferenças devido às doses de calcário e gesso aplicadas somente para o manejo escarificado. Nas camadas de 10-15 e 20-40 cm, o tratamento sem calcário e gesso apresentou menor IEA comparado ao tratamento que recebeu $6 \text{ Mg}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de calcário (**Tabela 2**). Na camada de 20-40 cm de profundidade no tratamento que recebeu calcário, houve diferenças para os manejos de solo, sendo que na área cultivada sob plantio direto o IEA foi inferior à área manejada com escarificação.

Para o sistema de cultivo convencional, a parcela onde foi utilizado $6 \text{ Mg}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de calcário a profundidade de 10 a 15 cm apresentou maiores valores de IEA. Para o tratamento com aplicação de $6 \text{ Mg}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de calcário e gesso a camada de 5-10 cm apresentou maior IEA. Para ambos os tratamentos, os menores valores estão na camada de 30 a 40 cm.

No manejo escarificado o IEA apresenta maior para as profundidades mais superficiais para o tratamento sem aplicação e onde foram aplicados $6 \text{ Mg}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de calcário e gesso.

Para o sistema de plantio direto, os maiores valores de IEA são encontrados nas profundidades superficiais, em todos os tratamentos. Não foi observado interação entre as doses de calcário e gesso para o IEA.

Tabela 2. Valores de Índice de Estabilidade de Agregados (IEA), em porcentagem, na fração de $50 \mu\text{m}$ para os tratamentos com doses de calcário e gesso nas seis profundidades nos três manejos de solo.

Prof Cm	0calcário 0gesso	0calcário 6gesso	6calcário 0gesso	6calcário 6gesso
----- Manejo Convencional -----				
0a5	57.22 Aaw*	53.26 Aaw	58.62 Aabw	57.59 Aabw
5a10	59.68 Aaw	55.76 Aaw	58.77 Aabw	63.2 Aaw
10a15	58.54 Aaw	54.60 Aaw	63.72 Aaw	58.38 Aabw
15a20	56.98 Aaw	54.46 Aaw	57.74 Aabw	53.62 Aabw
20a30	55.3 Aaw	51.66 Aaw	57.52 Aabw	53.88 Aabw
30a40	52.38 Aaw	47.20 Aaw	51.18 Abw	49.57 Abw
----- Manejo Escarificado -----				
0a5	54.72 Aaw	59.97 Aaw	64.19 Aaw	60.76 Aaw
5a10	60.98 Aaw	58.06 Aaw	65.17 Aaw	63.84 Aaw
10a15	51.00 Babw	58.18 ABaw	62.45 Aaw	62.49 Aaw
15a20	53.89 Aabw	56.86 Aaw	54.84 Aaw	52.10 Abw
20a30	49.81 Babw	52.74 ABaw	62.17 Aaw	52.39 ABbw
30a40	42.69 Bbw	50.64 ABaw	58.08 Aaw	49.16 ABbw
--- Manejo Sistema de Plantio Direto ---				
0a5	59.12 Aabw	60.03 Aaw	54.75 Aaw	56.59 Aabw
5a10	59.67 Aaw	54.56 Aabw	55.05 Aaw	60.10 Aaw
10a15	54.08 Aabcw	52.05 Aabw	55.79 Aaw	54.48 Aabw
15a20	48.23 Acw	53.83 Aabw	51.50 Aabw	46.52 Abw
20a30	47.01 Acw	47.62 Abw	48.41 Aab	53.67 Aabw
30a40	47.81 Acw	47.37 Abw	41.86 Ab	47.91 Abw

*Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas na linha, minúsculas na coluna e gregas entre manejos, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Quando se utiliza o diâmetro de tamanho de agregados de $212 \mu\text{m}$ no cálculo do IEA, há uma menor variabilidade nos resultados. Isto demonstra que quanto menor o diâmetro das frações utilizadas, mais sensível é o método. Para esta metodologia, não houve diferença estatística significativa quando comparada as doses de gesso e calcário (**Tabela 3**).

Os valores de IEA para diâmetro de $212 \mu\text{m}$ se apresentam semelhantes entre as profundidades para a maioria dos manejos. No sistema de cultivo convencional o tratamento que recebeu $6 \text{ Mg}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de calcário apresentou variação do DMP entre as profundidades. Para o manejo sistema de plantio direto, o tratamento sem aplicação apresentou variação em profundidade, onde o IEA nas camadas superficiais foi maior, o tratamento com aplicação de $6 \text{ Mg}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de gesso agrícola apresentou diferenças entre as profundidades do 0

a 5 e 5 a 10 cm, onde os maiores IEA apresentaram-se na superfície.

Tabela 3. Valores de Índice de Estabilidade de Agregados (IEA) em porcentagem, na fração de 212 µm para os tratamentos com doses de calcário e gesso nas seis profundidades nos três manejos de solo.

Prof cm	0calcário 0gesso	0calcário 6gesso	6calcário 0gesso	6calcário 6gesso
----- Manejo Convencional -----				
0a5	96,60 *Aaw	92,26 Aaw	92,07 Aabw	96,74 Aaw
5a10	93,49 Aaw	93,23 Aaw	87,55 Abw	95,77 Aaw
10a15	91,83 Aaw	90,38 Aaw	97,09 Aaw	97,09 Aaw
15a20	96,87 Aaw	94,29 Aaw	94,94 Aabw	91,25 Aaw
20a30	91,93 Aaw	96,10 Aaw	96,07 Aabw	92,55 Aaw
30a40	91,14 Aaw	93,29 Aaw	92,68 Aabw	91,58 Aaw
----- Manejo Escarificado -----				
0a5	88,51 Aaw	94,14 Aaw	92,82 Aaw	93,96 Aaw
5a10	92,95 Aaw	92,08 Aaw	93,98 Aaw	95,38 Aaw
10a15	87,82 Aaw	92,13 Aaw	94,75 Aaw	94,00 Aaw
15a20	87,65 Aaw	91,84 Aaw	93,95 Aaw	93,40 Aaw
20a30	86,73 Aaw	89,74 Aaw	94,29 Aaw	93,44 Aaw
30a40	89,94 Aaw	92,70 Aaw	94,95 Aaw	91,49 Aaw
----- Manejo Sistema de Plantio Direto -----				
0a5	95,03 Aaw	93,56 Aaw	91,93 Aaw	90,16 Aaw
5a10	94,85 Aaw	83,80 Abδ	87,76 Aaw	92,94 Aaw
10a15	89,43 Aabw	92,13 Aabw	88,31 Aaw	91,30 Aaw
15a20	86,73 Aabδ	91,77 Aabw	93,37 Aaw	88,65 Aaw
20a30	83,32 Abw	84,35 Aabδ	91,58 Aaw	94,40 Aaw
30a40	92,53 Aabw	88,41 Aabw	88,48 Aaw	94,64 Aaw

*Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas na linha, minúsculas na coluna e gregas entre manejos, não diferem entre si pelo teste de Tuckey a 5%.

CONCLUSÕES

As menores frações de agregados são mais sensíveis em diagnosticar as alterações na estrutura do solo discriminado pelo Índice de Estabilidade de Agregados.

O manejo plantio direto apresentou menores valores para IEA comparado com os demais manejos.

A camada superficial do solo tem menor estabilidade de agregados comparando com as camadas subjacentes.

REFERÊNCIAS

BORTOLUZZI, E.C.; POLETO, C.; BAGINSKI, A.J. & da SILVA, V.R. Aggregation of subtropical soil

under liming: a study using laser diffraction. R. Bras. Ci. Solo, 34:725-734, 2010.

BRIEDIS, C., SÁ, J.C.M., CAIRES, E.F., NAVARRO, J.F., INAGAKI, T.M., BOER, A., NETO, C.Q., FERREIRA, A.O., CANALLI, L.B., SANTOS, J.B. Soil organic matter pools and carbon-protection mechanisms in aggregate classes influenced by surface liming in a no-till system. Geoderma 170:80-88, 2012.

BURAK, D.L.; FONTES, M.P.F.; BECQUER, T. Microagregados estáveis e reserva de nutrientes em latossolo vermelho sob pastagem em região de cerrado. Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, v.41:229-241, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Brasília, 2006. 306p.

KEMPER, W.D. & CHEPIL, W.S. Size distribution of aggregates. In: BLACK, C.A.; EVANS, D.D.; WHITE, J.L.; ENSMINGER, L.E. & CLARK, F.E., eds. Methods of soil analysis – Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling. Madison, American Society of Agronomy, 1965. p.499-510

POLETO, C.; BORTOLUZZI, E.C. & MERTEN, G.H. Uso de ultra-som como pré-tratamento de amostras de sedimento fluvial em difratometria laser. In: MERTEN, G.H.; POLETO, C. & BORGES, A.L.O., orgs. Sedimentos: O desafio da multidisciplinaridade. Porto Alegre, ABRH, 2007. p.51-66.

RAINE, S.R.; SO, B. An energy based parameter of the assessment of aggregate bond energy. Journal of Soil Science, Oxford, v.44:249-259, 1993.

SÁ, M.A.C. de; LIMA, J.M. de; MELLO, C.R. de. Nível de energia ultra-sônica para o estudo da estabilidade de agregados de um Latossolo sob diferentes usos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 37:1649-1655, 2002.

SÁ, M.A.C. de; LIMA, J.M. de; SILVA, M.L.N.; DIAS JUNIOR, M. de S. Comparação entre métodos para o estudo da estabilidade de agregados em solos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 35:1825-1834, 2000.

ZOBECK, T.M. Rapid soil particle size analyses using laser diffraction. Applied Engineering in Agriculture, 20:633-639, 2004.