

XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

USO DO ÍNDICE B/A PARA AVALIAR A SUSCEPTIBILIDADE A EROÇÃO DE UM LATOSSOLO AMARELO DISTRÓFICO SOB DOIS USOS

Laura Beatriz Batista de Melo⁽¹⁾; **Geraldo César de Oliveira**⁽²⁾; **Érika Andressa da Silva**⁽³⁾; **Rodrigo Fonseca da Silva**⁽³⁾

⁽¹⁾ Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária; Departamento de Ciência do Solo; Universidade Federal de Lavras; Lavras, Minas Gerais; lauramelo26@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor associado do Departamento de Ciência do Solo; Universidade Federal de Lavras; Lavras, Minas Gerais; geraldooliveira@dcs.ufla.br; ⁽³⁾ Doutoranda (o) em Ciência do Solo; Departamento de Ciência do Solo; Universidade Federal de Lavras; Lavras, Minas Gerais; andressaerikasilva@gmail.com; rodrigo1107@hotmail.com.

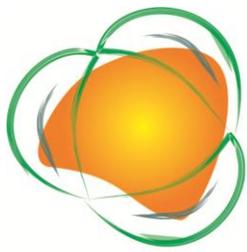
Eixo temático: Conservação Ambiental e Produção Agrícola Sustentável

RESUMO – O uso promove alterações nas propriedades físicas do solo. Nesse sentido, as modificações oriundas do uso do solo podem ser minimizadas empregando-se sistemas mais adaptados, que garantam uma boa agregação deste. Objetivou-se com este estudo avaliar a susceptibilidade a erosão, a partir da técnica de ultrassonificação, em um Latossolo Amarelo Distrófico sob diferentes usos. Amostras de 5 g de agregados retiradas das duas áreas foram submetidas a níveis crescentes de energia ultrassônica, obtendo-se os índices de desagregação (ID) e índice de desagregação normalizado (IDN). Após feita a linearização das curvas obteve-se o índice B/A que expressa a susceptibilidade do solo à desagregação. A conversão do Cerrado nativo para eucalipto 12 anos favoreceu a desagregação do solo e consequentemente deixou o solo mais susceptível aos processos de erosivos.

Palavras-chave: Manejo do solo. Estabilidade de agregados. Mineralogia. Matéria orgânica.

ABSTRACT: The use promotes alterations in physical properties of the soil. In this sense, the changes arising from land use can be minimized by employing more adapted systems that ensure a good aggregation of this. The objective of this study was to evaluate the susceptibility to erosion, as from the ultrasonification technique, in a Oxisol dystrophic under different uses. The samples of 5 g of aggregate taken from two areas were exposed to increasing levels of ultrasonic energy, resulting in the breakdown index (ID) and normalized breakdown index (IDN). After linearization of the curves made gave the B / A index that expresses the susceptibility to breakdown the soil. The conversion of native Cerrado eucalyptus for 12 years favored the soil disaggregation and consequently left the soil more susceptible to erosion processes.

Keywords: Soil management. Aggregate stability. Mineralogy. Organic matter.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

Introdução

O uso e o manejo podem ocasionar alterações nas propriedades físicas do solo. Nesse sentido, estudos tem demonstrado que atributos como a densidade do solo, volume e distribuição dos poros, estabilidade dos agregados, infiltração da água, erosão hídrica e desenvolvimento das plantas (BERTOL et al., 2004) são sensíveis a essas mudanças.

Dentre as propriedades do solo, a formação e manutenção dos agregados é fundamental para os sistemas de manejo conservacionistas. Nesse sentido, é importante ressaltar que a agregação do solo é diretamente relacionada aos teores de matéria orgânica (FONSECA et al., 2007), e de outros fatores, como fauna do solo, microrganismos, raízes, agentes inorgânicos e variáveis ambientais (SALTON et al., 2008).

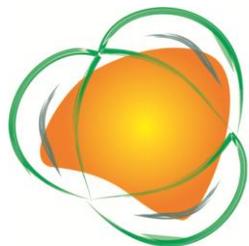
Sistemas convencionais de preparo do solo, que promovem o revolvimento do mesmo, sobretudo próximo a superfície, favorecerem a decomposição da matéria orgânica e quebra dos agregados maiores na camada preparada, refletindo negativamente na estabilidade dos agregados (BERTOL et al., 2001; BERTOL et al., 2004). Por outro lado, sistemas de manejo conservacionistas, a exemplo do plantio direto, proporcionam um maior aporte de resíduos orgânicos, eficiente ciclagem de nutrientes e boa atividade biológica, o que ao longo do tempo favorece a formação de agregados estáveis (COSTA JÚNIOR et al., 2012). Deste modo, a avaliação do estado de agregação do solo (D'ANDRÉAS et al., 2002) pode ser empregada na averiguação das alterações estruturais do solo em função dos sistemas de manejo agrícolas.

Em meio a esse contexto, uso de novas tecnologias como o ultrassom, se mostra bastante útil em estudos de agregação do solo, por ser considerada uma base conveniente na comparação entre trabalhos que relacionam a quebra de agregados sob diferentes condições (SÁ et al., 2002). Assim, objetivou-se com este estudo avaliar a susceptibilidade a erosão, a partir da técnica de ultrassonificação, em um Latossolo Amarelo Distrófico sob diferentes usos.

Material e Métodos

Descrição da área experimental

A área estudada está localizada na serra branca, distrito de Nova Santa Rosa, no município de Uruçuí, Sudoeste do estado do Piauí (latitude 7° 14' 2" S e longitude 44° 33' 14" W). Na área em estudo predomina Latossolos Amarelos Distróficos. O clima local é do tipo Aw tropical, segundo a classificação de Köppen, é caracterizado por ser quente e úmido, com precipitação pluvial média de 1.103,2 mm ano⁻¹ e temperatura média de 28,8 °C. Nesse estudo foram avaliados dois sistemas com diferentes históricos de manejo e uso, conforme tabela 1. Uma das áreas está sob Cerrado nativo



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

(CN), representando uma condição de equilíbrio. A outra está sob plantio de eucalipto com doze anos de cultivo.

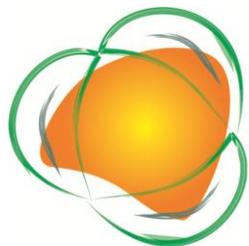
Tabela 1. Histórico de uso e manejo do solo para cada sistema avaliado.

Tratamento	Histórico de uso e manejo
CN	Vegetação nativa de Cerrado, sem histórico de interferência humana em termos de uso agrícola.
EU 12	Área de Cerrado convertida a sistema agrícola no ano 2000, sendo corrigida com 4.000 kg ha ⁻¹ de calcário. No primeiro ano foi cultivado o arroz com adubação na linha de plantio de 35 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ e 18 kg ha ⁻¹ de K ₂ O. Nos anos seguintes foi implantada a cultura do eucalipto, sem adubação extra.

Para as coletas de solo em cada um dos sistemas, foi demarcado um ponto no centro do “talhão” e, em seguida delimitada uma área equivalente a um hectare, com auxílio de um GPS e de uma trena. A partir dessa área foram definidos 25 pontos, com 25 metros de distância entre si. Desses, quatro foram sorteados, aleatoriamente, para compor as repetições dentro de cada área. No espaço sob cerrado nativo, foi estabelecida uma bordadura de 15 metros a partir da margem da reserva legal e, então, realizado o procedimento descrito anteriormente. Para caracterização mineralógica foi feito ataque sulfúrico no solo proveniente da área de cerrado nativo, determinado em acordo com Resende et al. (1987). Para as determinações químicas foi utilizada a metodologia proposta em Embrapa (2011). As relações moleculares Ki e Kr foram calculadas conforme Oliveira (2007). Já a textura do solo foi determinada pelo método da pipeta (EMBRAPA, 2011), sendo classificado como de textura média (conteúdos de argila entre 150 e 350 g kg⁻¹) (Tabela 2).

Tabela 2. Características texturais do Latossolo Amarelo Distrófico típico nos diferentes sistemas de manejo.

Frações do solo	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	CO ¹
	----- g kg ⁻¹ -----				
Sistema			0 – 10 cm		
CN	257	448	62	233	23,8
EU12	238	554	35	172	12,3
			10-20 cm		
CN	262	452	56	230	14,2
EU12	216	574	30	180	11,2
			20-30 cm		
CN	205	521	50	225	10,3
EU12	182	600	40	178	8,4



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

			30-40 cm		
CN	237	472	63	227	9,2
EU12	194	599	41	165	7,5

¹ Carbono orgânico.

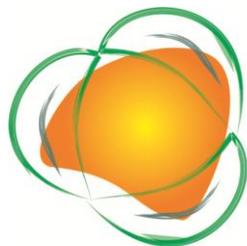
Sonificação

A análise de estabilidade de agregados foi realizada a partir de amostras coletadas nas camadas: 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 cm de profundidade. Foram selecionados torrões, e para evitar a desagregação e a compactação induzida, as amostras foram cuidadosamente destorroadas de forma manual até que os agregados passassem pela peneira de 8 mm e ficassem retidas na peneira de 4 mm, logo após as amostras terem sido completamente secas ao ar. Para a sonificação foram selecionadas amostras compostas por 5 g de agregados (peso seco ao ar). Em seguida, as amostras foram transferidas para béquer de 200 mL e o volume foi completado com água destilada (com uma relação solo: água destilada de 1:40). Foram realizadas sonificações com o auxílio de um aparelho marca Qsonica, modelo Q500 operando a 20 kHz, durante 0, 5, 15, 30, 45, 60, 90s, sendo que cada tempo de sonificação corresponde, respectivamente às energias específicas aplicadas (EA) de 0,0; 2,13; 6,38; 12,75; 19,13, 25,5 e 38,25 J mL⁻¹, calculadas segundo Sá et al. (2000) conforme equação 1:

$$EA = Pc \frac{ts}{V} \quad (1)$$

em que EA é a energia aplicada à suspensão (J mL⁻¹), Pc é a potência emitida pelo aparelho (85 kw), obtida por meio de calibração descrita em Sá et al. (2000), ts é o tempo de sonificação (s) e v é o volume da suspensão (mL). Salienta-se que o tempo 0 s de sonificação consistiu apenas em colocar os agregados no béquer, completar o volume com água destilada e passar pela peneira, representando desta forma, a desagregação ocasionada pelo manuseio da amostra. Após cada sonificação, as amostras foram passadas em peneira de malha de 0,053 mm. O material retido nesta peneira (MRP) foi seco em estufa por 24 horas a 105°C e pesado. Os teores de silte + argila (o que passou pela peneira) foram obtidos por diferença: silte + argila = amostra original (5 g) - MRP. Este procedimento possibilitou a determinação, em cada nível de energia aplicado, do índice de dispersão (ID), obtido pela relação silte + argila dispersa (g)/amostra original (g), que representa o efeito da estabilidade de agregados e granulometria (Sá et al., 1999). O índice de dispersão pode ser normalizado (IDN) para os ID máximos, segundo Sá et al.(2000), através da equação 2:

$$IDN = \frac{ID}{ID_{\text{máximo}}} \quad (2)$$



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

O valor máximo que IDN admite é 1, representado dessa forma o efeito da desagregação. Foram construídas curvas de desagregação, plotando-se no eixo das abscissas (X) a energia aplicada, em $J mL^{-1}$, e no eixo das ordenadas (Y), os índices de dispersão normalizados, ajustando-se modelos hiperbólicos modificados do tipo $Y = X/(a + bX)$, sendo a e b coeficientes específicos para cada manejo do solo.

As curvas foram linearizadas e ajustadas matematicamente. A linearização foi feita segundo Sá et al. (1999), plotando-se no eixo das abscissas o nível de energia aplicado (EA) em $J mL^{-1}$ e, no eixo das ordenadas esse mesmo nível de energia dividido pelo índice de dispersão (EA/ID), ajustando-se uma equação do tipo $y = a + bx$ para cada amostra por meio de regressão. O termo b/a , cuja unidade é $mL J^{-1}$, foi usado como um índice para expressar a susceptibilidade do solo à desagregação, uma vez que representa o comportamento da curva que considera todos os níveis de energia aplicados.

A análise estatística foi composta por um delineamento inteiramente casualizado (DIC) apresentando dois usos do solo, cerrado nativo e eucalipto com 12 anos de cultivo, quatro profundidades (0-10, 10-20, 20-30, 30-40 cm) e três repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$), com auxílio do sistema computacional Sisvar (FERREIRA, 2011).

Resultados e Discussão

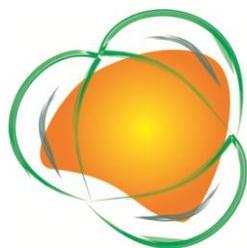
Através das análises realizadas, o solo foi classificado como caulinitico ($Kr > 0,75$) (Tabela 3). Nesse sentido, Ferreira et al. (1999) estudando a interferência da mineralogia do solo em suas propriedades físicas, encontraram menor estabilidade de agregados em solos cauliniticos, devido provavelmente a estrutura em blocos desse tipo de solo e ao arranjo face a face da caulinita.

Tabela 3. Teores de óxidos extraídos na TFSA pelo ataque sulfúrico e índice Ki e Kr de Latossolo Amarelo.

Cerrado Nativo 0,0-0,40 cm									
Ataque	P ₂ O ₅	%SiO ₂	%Al ₂ O ₃	%Fe ₂ O ₃	%TiO ₂	%P ₂ O ₅	Ki ¹	Kr ²	Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃
Sulfúrico	0,01	9,19	8,99	4,43	0,486	0,006	1,74	1,32	3,18

¹ Ki $[(\% SiO_2 \times 1,697) / \% Al_2O_3]$; ² Kr $(\% SiO_2 \times 1,697) / [(\% Al_2O_3) + (\% Fe_2O_3 \times 0,64)]$.

Na tabela 4 têm-se a caracterização química desse Latossolo. Pode-se perceber que os teores de cálcio (Ca^{2+}) foram maiores na área com cultivo de eucalipto devido à correção do solo com calcário na época de implantação das culturas. O Ca^{2+} substituiu os sítios ocupados pelo alumínio (Al^{3+}). Essa substituição pode ter feito com que o solo sofresse um efeito dispersivo, já que o íon Al^{3+} é um estabilizador da agregação do



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

solo. Esse resultado está de acordo a Spera et al. (2008), ao observarem uma maior desestabilização dos agregados depois da incubação do solo com calcário.

Tabela 4. Caracterização química de Latossolo Amarelo após anos de adoção de sistemas de uso e manejo do solo.

Sistemas	MO ¹	pH ²	K ⁺	P	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB ³	t ⁴	T ⁵	V ⁶	m ⁷
	-%-	1:2,5	--mg	dm ⁻³ --	-----cmol _c dm ⁻³ -----							-----%	
0-20 cm													
EU12	2,80	5,28	20,25	5,21	1,41	0,64	0,30	4,31	2,10	2,40	6,41	32,71	14,03
CN	3,18	4,68	10,00	0,63	0,10	0,10	1,51	8,36	0,23	1,74	8,59	2,72	86,70
20-40 cm													
EU12	1,84	5,00	10,00	2,05	0,58	0,28	0,56	4,05	0,88	1,44	4,93	17,52	40,61
CN	1,71	4,85	6,00	0,42	0,10	0,10	1,10	5,39	0,22	1,32	5,61	3,91	83,01

¹M.O.: matéria orgânica; ²pH em H₂O; ³SB: soma de bases → SB = Ca + Mg + K; ⁴t: capacidade de troca de cátions efetiva. ⁵T: capacidade de troca de cátions a pH 7,0; ⁶ saturação por bases; ⁷ saturação por Al.

O maior índice B/A foi observado na área que está sob plantio de eucalipto (Tabela 5), logo está mais susceptível a erosão. Isso já era esperado, visto que essa área já passou por vários processos antrópicos: desmatamento, preparo do solo para implantação das culturas, tráfego de máquinas, entre outros.

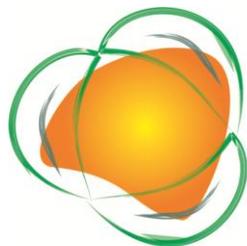
Tabela 5. Médias do índice B/A para cada profundidade em função do manejo do solo.

Profundidade	Manejo do solo	
	CN	EU12
cm		
0-10	0,18 B a	0,27 A a
10-20	0,09 B b	0,20 A b
20-30	0,08 A b	0,10 A d
30-40	0,06 B b	0,16 A c

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, nas linhas, e minúscula, nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Além disso, essa área possui um teor de matéria orgânica numericamente menor em todas as profundidades em relação à área de cerrado nativo (Tabela 4). O cultivo inadequado do solo em conjunto com práticas não conservacionistas reduz o teor de matéria orgânica dos solos, que é um dos principais condicionadores da agregação do solo (DUFRANC et al., 2004). Soma-se ainda o fato desse solo apresentar textura arenosa sem coesão, situação que é agravada pela perda de matéria orgânica.

Corroborando com este trabalho, Dufranc et al. (2004) avaliando a estabilidade de agregados em água de um Latossolo Vermelho distrófico típico álico de textura



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

média, verificou que apesar deste solo estar sob plantio direto há mais de quatro anos, em função do seu alto conteúdo de areia fina, apresentou baixos índices de estabilidade de agregados. Já Martins et al. (2010) estudando perdas de solo sob diferentes manejos constataram que quando sob plantio de eucalipto essas perdas são maiores quando comparadas com o sistema de mata nativa.

Conclusões

A conversão do Cerrado nativo para eucalipto 12 anos favoreceu a desagregação do solo e conseqüentemente deixou o solo mais susceptível aos processos de erosivos.

Agradecimento(s)

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) pelas dependências utilizadas. Ao Departamento de Ciência do Solo/ DCS-UFLA pelo apoio as pesquisas. À Fapemig e ao CNPq pela concessão de bolsas aos autores.

Referências Bibliográficas

BERTOL, I.; BEUTLER, J. F.; LEITE, D.; BATISTELA, O. Propriedades físicas de um Cambissolo húmico afetadas pelo tipo de manejo do solo. *Scientia Agricola*, v.58, n.3, p.555-560, jul./set. 2001.

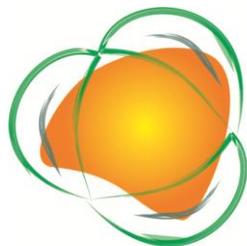
BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J. A.; LEITE, D. AMARAL, A. J.; ZOLDAN JÚNIOR, W. A. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 28, p. 155-163, 2004.

COSTA JUNIOR, C.; PÍCCOLO, M.C.; SIQUEIRA NETO, M.; CAMARGO, P.B.; CERRI, C.C.; BERNOUX, M. Carbono em agregados do solo sob vegetação nativa, pastagem e sistemas agrícolas no bioma cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.36, p.1311-1321, 2012.

D'ANDRÉA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; SIQUEIRA, J.O.; CARNEIRO, M.A.C. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região do Cerrado no sul do Estado de Goiás. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.26, p.913-923, 2002.

DUFRANC, G.; DECHEN, S. C. F.; FREITAS, S.S.; CAMARGO, O. A. Atributos físicos, químicos e biológicos relacionados com a estabilidade de agregados de dois Latossolos em plantio direto no estado de São Paulo. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, Viçosa, v.28, p.505-517, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2011. 230 p.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.35, p.1039-1042. 2011.

FERREIRA, M. M.; FERNANDES, B.; CURI, N. Influência da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos da região sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 23, p. 515-524, 1999.

FONSECA, G. C.; COSTA, A.R.; OLIVEIRA, G.C.; BALBINO, L.C. Atributos físicos, químicos e biológicos de Latossolo Vermelho distrófico de Cerrado sob duas rotações de cultura. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 37, n. 1, p. 22-30. 2007.

MARTINS, S. G.; SILVA, M. L. N.; AVANZI, J. C.; CURI, N.; FONSECA, S. Fator cobertura e manejo do solo e perdas de solo e água em cultivo de eucalipto e em Mata Atlântica nos Tabuleiros Costeiros do estado do Espírito Santo. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v. 38, n. 87, p. 517-526, set. 2010.

OLIVEIRA, V. A. Manual técnico de pedologia, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2. Ed. - Rio de Janeiro: IBGE, 2007. 323p.

RESENDE, M.; BAHIA FILHO, A.F.C.; BRAGA, J.M. Mineralogia da argila de Latossolos estimada por alocação a partir do teor total de óxidos do ataque sulfúrico. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, Viçosa, v. 11, n. 1, p. 17-23, 1987.

SÁ, M. A. C.; LIMA, J. M.; SILVA, M. L. N.; DIAS JÚNIOR, M. S. Índice de desagregação do solo baseado em energia ultra-sônica. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 525-531, 1999.

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*, Brasília, v.37, p.1649-1655, 2002.

SÁ, M. A. C. de.; LIMA, J. M. de.; LAGE, G. Procedimento-padrão para medida da potência liberada pelo aparelho de ultra-som. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.24, p.300-306, 2000.

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. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 32, p. 11-21, 2008.

SPERA, S. T.; DENARDIN, J. E.; ESCOSTEGUY, P. A. V.; SANTOS, H. P. dos; FIGUEROA, E. A. Dispersão de argila em microagregados de solo incubado com calcário. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 32; p. 2613-2620, 2008.